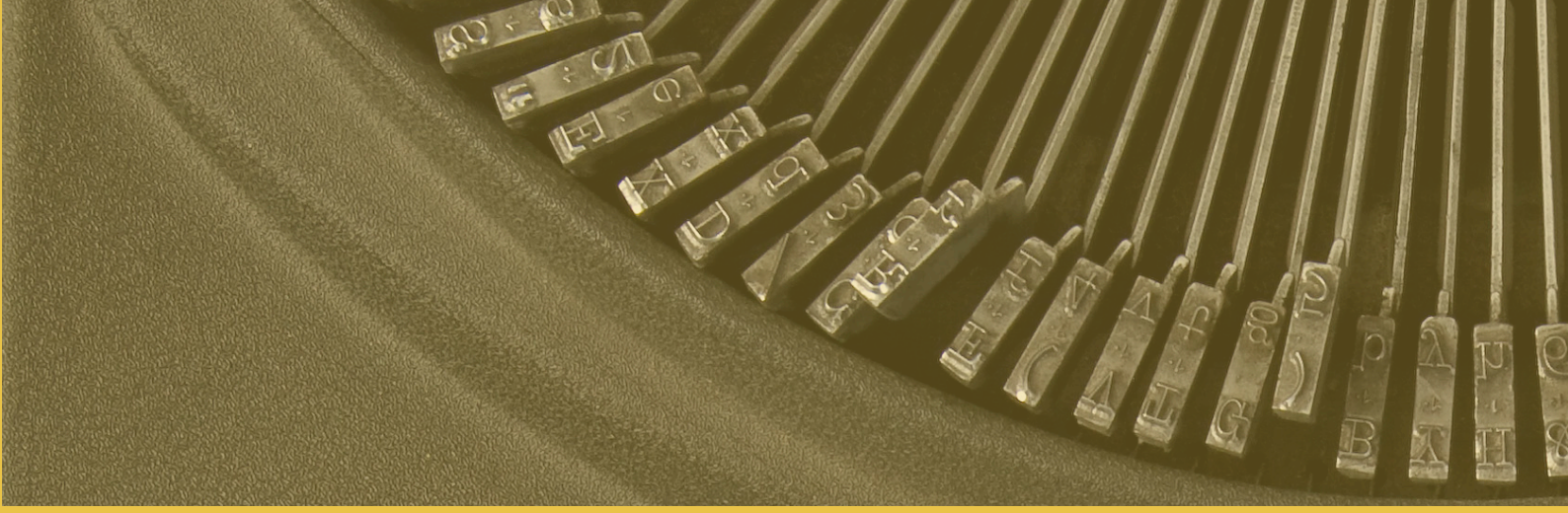


QWERTY

Evolución de una especie tecnológica

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
FECYT
FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
MUNCYT
MUSEO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

QWERTY

QWERTY
La evolución de una especie tecnológica

Ministerio de Ciencia e Innovación
Ministra
Cristina Garmendia Mendizábal

Fundación Española para la Ciencia y Tecnología [FECYT]
Directora general
Lourdes Arana Uli

Museo Nacional de Ciencia y Tecnología [MUNCYT]
Director
Ramón Núñez Centella

Exposición

Comisarios
Alfredo Baratas Díaz
Antonio González Bueno

A partir de una idea de
Ramón Núñez Centella

Coordinación general
María Josefa Jiménez Albarrán

Diseño
Frade Arquitectos

Audiovisuales
Roberto Castelló

Montaje
Horche

Prestadores
Centro Nacional de Inteligencia
Colección Entomológica, Facultad de Ciencias Biológicas, UCM
Museo de Anatomía Comparada de Vertebrados, UCM
Museu de la Tècnica de l'Empordà

Catálogo

Textos
Alfredo Baratas Díaz
Antonio González Bueno

Fotografía
Francisco de Asís Alcalá Zamora
Luis Carré

Diseño y maquetación
Alfredo Baratas Díaz
Antonio González Bueno

Fotomecánica e impresión:
Diagrafos, S.A.

Edita: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología
ISBN: 978-84693-0993-3
DL: XXXXXXXXXXXX

Exposición organizada por el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

MUNCYT

Adjunta a la coordinación: Ana Uruñuela Olloqui
Inventario y catalogación: Gema Hebrero, Ignacio de la Lastra González y Rosa María Martín Latorre
Documentación y difusión: Emilio José Bande Fuentes, Marta López Quevedo y Josefa Prados Barrera
Restauración: Joaquina Leal Pérez-Chao, Marina Encuentra de Silva y Ana Palacios Estévez
Gestión de almacén: Manuel de la Torre Asensio y Cristina García-Mediavilla Socias
Gestión administrativa: Isabel Tarancón Santana

QWERTY

La evolución de una especie tecnológica

Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2010

1880

Presentación

Esta exposición tiene una de sus raíces en una conversación con el profesor José Luís Sanz, catedrático de Paleontología en la UAM, cuando le conocí, hace ya más de 20 años. Recuerdo que me cautivó su razonamiento de que los dinosaurios no se habían extinguido, que algunos seguían entre nosotros en forma de pájaros, y que las pruebas de ello son argumentos paleontológicos que tienen su base de continuidad en la genética. Hay genes que vinculan directamente a los gorriones de hoy con los tiranosaurios con plumas.

Algo parecido podría concluir quien en estos días (finales del año 2009) tenga en su mano un *iphone* o una *blackberry* y se pregunte por qué el teclado -virtual o real- que maneja con un solo dedo tiene esa extraña distribución de las letras. ¿Por qué están ordenadas así y no de otra forma que podríamos considerar más lógica, por ejemplo, alfabética?. Más o menos todos tenemos interiorizado el alfabeto y sabemos qué letras están al principio y cuáles al final. Pero sin embargo, pocas personas saben de memoria el orden de las letras en el teclado que tienen hoy todos nuestros ordenadores: qwerty...?

El motivo de ese orden caprichoso no es otro que la herencia. Los ordenadores -y los móviles de hoy lo son- han heredado su teclado de las máquinas de escribir. Es como si fuera un rasgo anatómico inexplicable que una especie de seres vivos mantiene, sin que podamos justificar su utilidad, como pueden ser en los humanos el apéndice o el cruce de las vías respiratoria y digestiva.

De esa manera, al pensar en el teclado qwerty hemos llegado a la máquina de escribir. Un objeto familiar y entrañable para muchos de los que hemos vivido el siglo XX, del cual podríamos narrar su origen, desarrollo, diversificación (evolución) y debatir sobre si ha tenido lugar o no la extinción.

Como en aquella charla sobre la desaparición de los dinosaurios, me pregunto si las máquinas de escribir siguen entre nosotros, y sus descendientes gorriones son estos pequeños superteléfonos de bolsillo. El gen del teclado qwerty manifiesta su linaje.

Al establecer esa similitud entre máquinas de escribir y dinosaurios hemos querido abrir libremente la imaginación y buscar posibles paralelismos entre conceptos biológicos con hechos que se dan en la evolución tecnológica: ¿tienen aplicación a las máquinas de escribir conceptos como individuo, población, ecosistema, simbiosis, nicho ecológico ...?

Por ello existe esta exposición. Porque en el 'año Darwin' tuve la oportunidad de comentar esa idea con Pepa Jiménez Albarrán, con Alfredo Baratas y con Antonio González Bueno, y ellos quisieron desarrollarla, enriquecerla y hacerla carne. Así ha podido el MUNCYT hacer su particular homenaje a Charles Darwin en clave de tecnología.

La Coruña, diciembre de 2009

Ramón Núñez Centella
Director del MUNCYT

Sumario

Introducción	9
La física de la máquina de escribir	13
La Naturaleza -y los mecanismos- evolucionan	17
Adaptarse es sobrevivir	31
El azar y la necesidad	35
La máquina de escribir: factor de cambio en la escritura	39
Coevolución y	45
... especialización	47
Los números también cuentan	51
Tarjetas perforadas o teclados: la elección de una vía evolutiva	57
Hacia la economía de las formas: los procesos de miniaturización y normalización	63
Exaptación: de la escritura al juego	69
Máquinas de escribir: femenino plural	73
De mi teclado al mundo	79
Para saber más sobre la máquina de escribir	83
Catálogo de piezas	93

Introducción

La evolución biológica ha determinado una progresiva diversificación de los seres vivos. Esta misma diversidad se muestra en los dispositivos desarrollados por el hombre, una auténtica 'evolución tecnológica', que determina la presencia de una infinidad de tipos con patrones tecnológicos comunes.

La historia de la vida muestra que sólo los organismos adaptados al medio se perpetúan. En el caso de la evolución tecnológica, los dispositivos que mejor se ajustan a las necesidades para las que fueron construidos se generalizan, mientras los otros se extinguen.

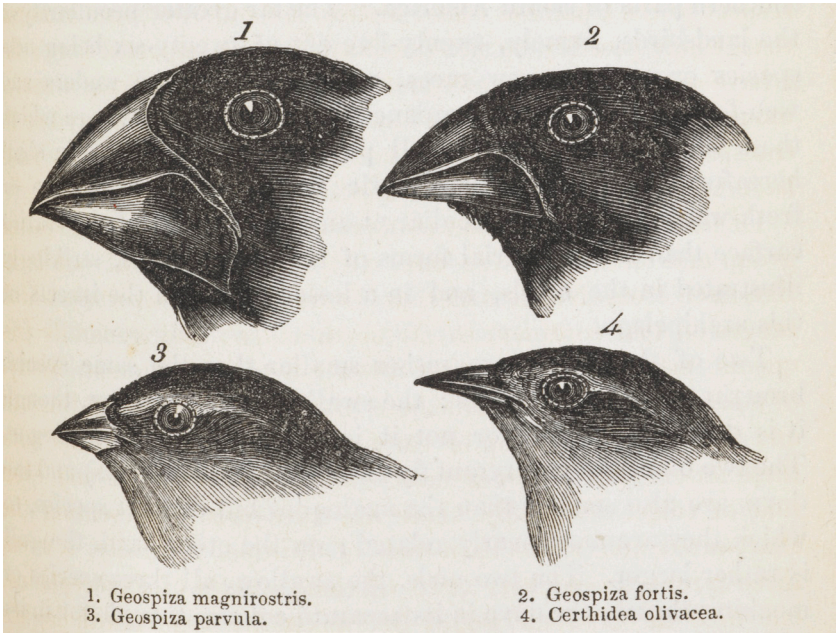
El 24 de noviembre de 1859 se puso a la venta la primera edición de una obra que habría de cambiar el pensamiento biológico: *On the Origin of Species by mean of natural selection...* de la que es autor Charles Robert Darwin.

El texto establece como principio argumental que los seres vivos evolucionan, cambian su estructura con el tiempo generando nuevas especies; sobre ellas actúa la selección natural que favorece el desarrollo de las formas mejor adaptadas a los condicionantes medio-ambientales.

El Museo Nacional de Ciencia y Tecnología quiso, como otras tantas instituciones nacionales e internacionales, conme-

morar el doble aniversario de la publicación de esta obra y del nacimiento de su autor. Quiso contarlo con algunas de las piezas señeras de su colección; no se trata de material vivo, pero sí de ejemplares que evolucionan y se adaptan al medio como si de una especie viva se tratara.

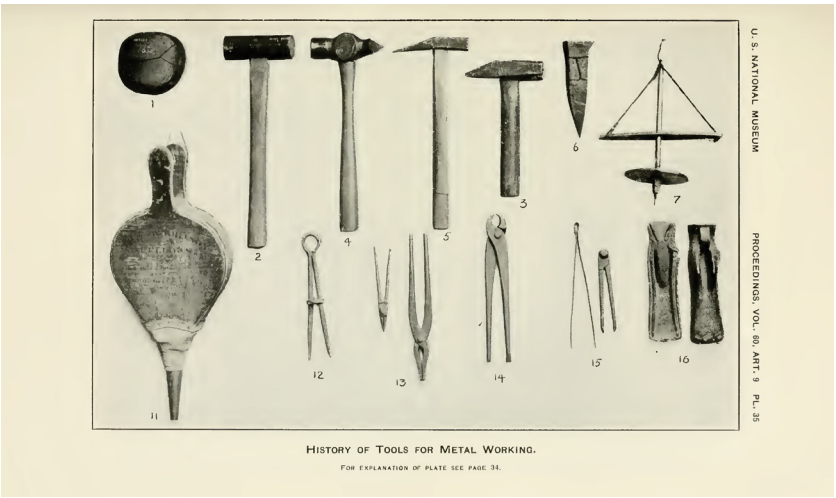
QWERTY, La evolución de una especie tecnológica pretende explicar los fundamentos biológicos de la evolución, los sugeridos por Darwin y afianzados por una pléyade de estudios en los últimos 150 años, a través de una estructura tecnológica -el teclado- inicialmente utilizado en máquinas de escribir.



Pinzones de las Islas Galápagos.
Charles R. Darwin. *Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H.M.S. Beagle around the world*. London: John Murray. 2d ed. 1845.

Las teclas de una máquina de escribir, y las estructuras que subyacen a ellas, se diferencian mucho de un ser vivo. Las teclas están diseñadas por la mano humana, sus mecanismos se construyen para cubrir un objetivo concreto y se adaptan al uso para el que están concebidas; sobre ellas actúan condicionantes de tipo económico, industrial, tecnológico, comercial, etc. Nada más opuesto al concepto de evolución que opera sobre los seres vivos; la Naturaleza no conoce otros condicionantes que el azar, y sobre los seres vivos no actúan otras exigencias que la adaptación al medio.

No obstante, pensamos que es posible hacer dialogar mundos aparentemente tan alejados como el de la Naturaleza y la Tecnología, y explicar en clave biológica la evolución de una herramienta tecnológica.



Herramientas para trabajo en la fragua.
Walter Hough. "Synoptic series of objects in the United States National Museum illustrating the history of invention". *Proceedings of the United States National Museum*, 60. Washington, 1922.

Nuestro relato se formula como una serie de analogías, en ocasiones levemente forzadas, pero que construyen unos sólidos puentes con los que enlazar las diversas orillas del mundo tecnológico y natural.

La clave de la selección, natural o tecnológica, parte de un principio básico: la diversidad de los sujetos sobre los que ejercerse; si no hay diversidad no hay selección. El proceso selectivo se erige en elemento que garantiza la precisa adaptación del ejemplar al medio -o del mecanismo a su función- y permite una radiación tipológica, que determinará la aparición de nuevas especies, en el caso de la evolución biológica, y nuevos dispositivos, en el caso de la evolución tecnológica.

Veamos sendos ejemplos clásicos: los pinzones que Charles Darwin cazó en su famosa visita a las Islas Galápagos, presentaban los picos adaptados a sus distintos tipos de alimentación; los martillos, o las tenazas, que el herrero utiliza en el trabajo de la fragua también están adaptados a las diferentes tareas para las que son requeridos. En definitiva, unas y otras son estructuras adaptadas al medio, que se perpetúan y configuran un tipo propio en función de sus características.

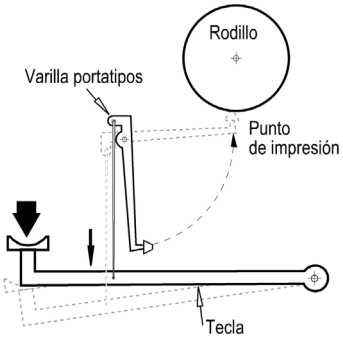
La física de la máquina de escribir

La máquina de escribir, aún en sus modelos más antiguos, utilizó mecanismos y principios físicos elementales. Todos ellos (palancas, escapes, engranajes, etc.) se conocían de tiempo atrás.El avance técnico en producción de materiales y mecanización permitió aunar un alto número de pequeñas piezas en un conjunto de funcionamiento preciso.

Las máquinas de escribir constituyen uno de los más complejos mecanismos desarrollados, a escala comercial, durante el siglo XIX; su funcionamiento, enteramente mecánico, emplea más de 2000 piezas entre palancas, tornillos, resortes y engranajes; todos deben funcionar en una sincronía perfecta para permitir que el texto deseado acabe impreso sobre papel [pieza 1].

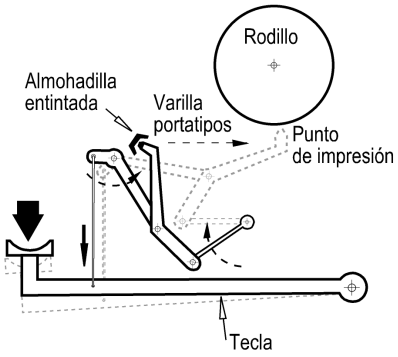
Las máquinas de escribir incorporan, en un único instrumento, dos mecanismos esenciales: el que permite el impacto del tipo sobre el papel; y, vinculado a él, el sistema mecánico que controla el avance del cilindro que soporta el papel.

El mecanismo más sencillo, y primero en utilizarse, estuvo activo entre 1873 y 1900; consistía en un conjunto de varillas que soportaban los tipos en su extremo y se disponía de forma horizontal, completando un círculo, en una estructura que asemejaba una cesta. Al pulsar una tecla, se accionaba un conjunto de dos palancas simples, y la varilla con el tipo impactaba sobre el papel y cilindro por la parte inferior, razón por la cual el texto permanecía oculto al mecanógrafo [a].



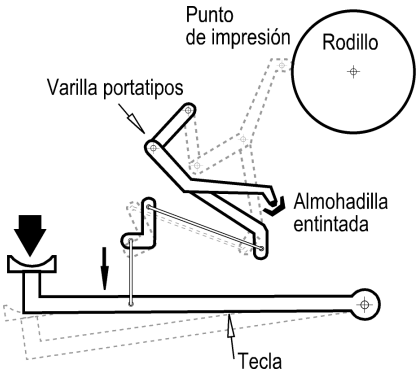
[a]

Un primer aumento de complejidad en la varilla que porta el tipo condujo a los mecanismos denominados 'pata de saltamontes'. En ellos el tipo está en contacto permanente con una almohadilla entintada; al presionar la tecla, la varilla, mediante un sistema similar al de la extremidad del insecto, golpea el papel. Este sistema comenzó a utilizarse, por la empresa americana *Yost*, en 1889 [b].



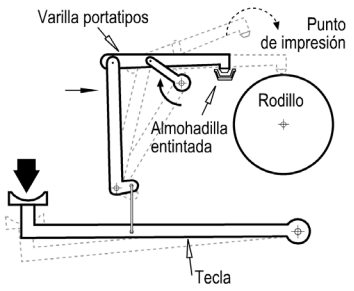
[b]

Un desarrollo posterior de este mecanismo 'pata de saltamontes', también de la casa *Yost*, permitía que la varilla portatipos percutiera el papel por la parte anterior del cilindro, de forma que el texto fuera visible al mecanógrafo [c].

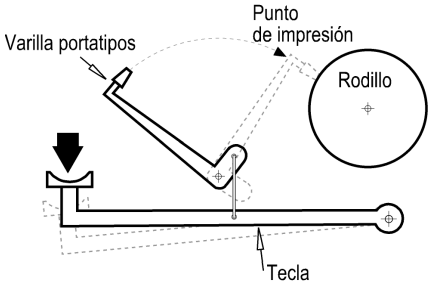


[c]

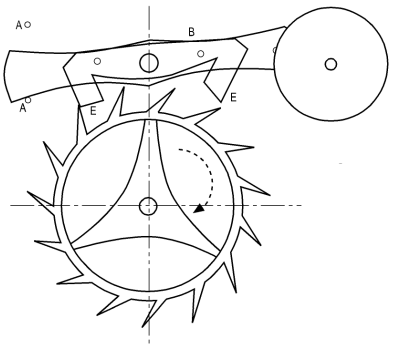
[d]



[e]



[f]



La empresa *Williams* utilizó un nuevo sistema de varillas en la que el tipo presiona sobre el papel en su parte superior, garantizando una perfecta visualización de lo escrito. En estas máquinas, cuya producción se inició en 1892, la varilla y el tipo describen, desde su posición de reposo -gracias a una biela- un movimiento semicircular e impacta sobre el papel de arriba a abajo [d].

En las mismas fechas, otras compañías americanas, entre ellas *Underwood* y *Remington,* diseñaron un nuevo sistema de varilla: una palanca curvada, que ahorraba piezas de engranaje intermedias [e]. La mayor simplicidad de este sistema, con el consiguiente ahorro de mano de obra, favoreció su generalización.

El movimiento del carro está regulado por un mecanismo de escape, sobre una rueda dentada. Al accionar cualquier tecla, y tras la percusión de ésta sobre el papel, el escape libera uno de sus extremos y, tras un paso, el otro retiene el conjunto [f]. Este es un mecanismo que ha mantenido su identidad a lo largo de los tiempos.

e-Bivort
I O U R L
A E I N S

La Naturaleza
–y los mecanismos-
evolucionan

La biodiversidad se manifiesta sobre unos modelos o patrones estructurales comunes a muchas especies, lo que permite su agrupación en grandes reinos. En cada uno de ellos existe una gran variedad de tipos, que conduce a reunir las especies en grupos de parentesco, auténticas 'familias', dentro de cada uno de los 'reinos'.

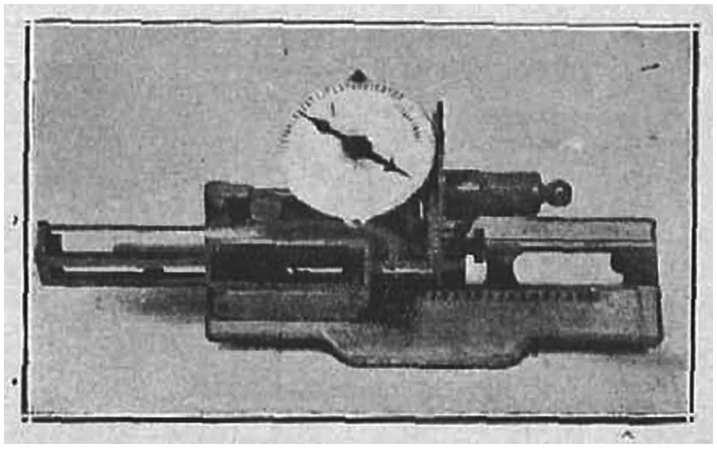
La evolución tecnológica presenta un cierto paralelismo con la evolución biológica: los dispositivos desarrollados por el hombre pueden ser englobados en 'reinos', con un patrón tecnológico común y, dentro de éstos, en agrupaciones 'familiares', instrumentos que mantienen una característica de funcionamiento o marca de fábrica que les es propia.

La máquina de escribir, como cualquier otro invento tecnológico [pieza 2], tiene su propio árbol evolutivo, en el que algunas ramas, aquellas en las que se introducen adaptaciones que facilitan la utilización del instrumento, conocerán un mayor éxito.

Una primera sistematización de máquinas de escribir conduce a distinguir aquéllas que disponen de teclado de las que carecen de él.

Las máquinas sin teclado utilizan un sistema de índice para la selección del símbolo, bien mediante un estilete, como ocurre en el modelo *Mignon*, desarrollados por AEG [pieza 3]; bien mediante una regleta, como las fabricadas por la empresa *Odell Typewriter Company* [pieza 4], o seleccionando los tipos dispuestos sobre un tambor [pieza 5].

Las máquinas índice tuvieron un cierto mercado: eran de manejo sencillo, fáciles de transportar y muy económicas, ya que su fabricación no era costosa debido a la ausencia de mecanismos complejos; algunos modelos –como la *Mignon*- permitían, además, cambiar de manera relativamente sencilla la tipografía que incidía sobre el papel. Factor limitante en la generalización de su uso fue la velocidad de escritura, la dificultad para escribir largos textos, documentos formales, etc. El uso de estas máquinas decae hasta su extinción, pero sus mecanismos básicos serán reutilizados en el diseño de modernos aparatos de rotulación [pieza 6].



Máquina *Columbia*, 1836.
Alrededor del mundo, Madrid, 1923.

No fueron estas máquinas simples las primeras en ser comercializadas, esta condición corresponde a las máquinas de

LA MEJOR MAQUINA PARA ESCRIBIR

NORTE AMERICANA

SISTEMA HALL

UTILISIMO INVENTO QUE UNE LA PERFECCION Y LA RAPIDEZ Á LA ECONOMIA

MAQUINA PARA ESCRIBIR

(HALL TYPE-WRITER.)

INSTRUCCIONES PARA EL MANEJO DE LA MAQUINA

Posicion.

Graduacion de la presion en las letras.

Copia de lo escrito.

Cambio de los tipos de letras.

Limpieza y engrasado de la máquina.

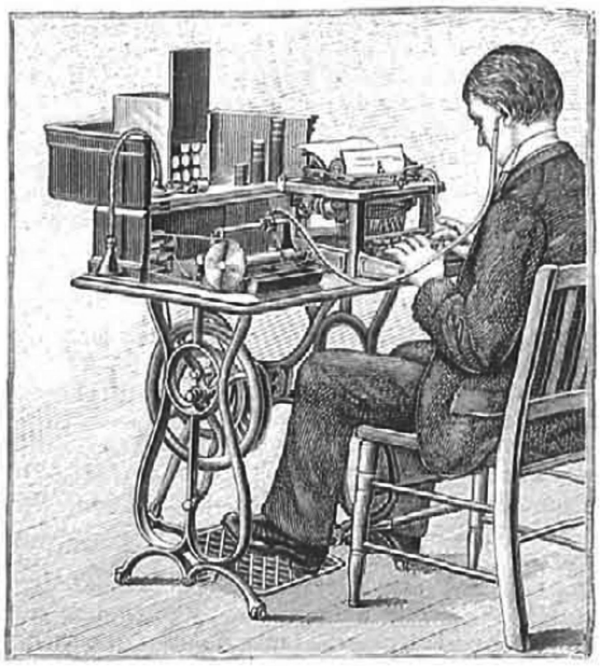
Publicidad de máquinas de escribir.
Época, Madrid, 1884.

teclado. Los modelos más antiguos adaptaron la estructura de los teclados musicales, como el 'cembalo scrivano', patentado en 1855 por Giuseppe Ravizza; aunque estos prototipos no prosperaron, se intuye en ellos la misma estructura que en las modernas estenotipias [pieza 7].

Otros modelos nacieron del ingenio humano, sin referentes tecnológicos concretos, es el caso de la 'esfera de escribir', una máquina de uso frecuente en el último cuarto del siglo XIX, ideada por el danés Rasmus Malling-Hansen, en la que los símbolos están dispuestos sobre una cabeza semiesférica e inciden sobre un papel colocado en la parte inferior. En los primeros modelos era el cabezal el que avanzaba en el sentido de la escritura, diseños posteriores acoplaron un carro móvil para el papel [pieza 8].

Tampoco habrían de ser estos modelos los que perdurasen. En 1873, Christopher Sholes, Charles Glidden y Samuel W. Soule patentaron un nuevo ingenio, adquirido por la empresa *Densmore and Yost*, que a través de un acuerdo con los talleres de *E. Remington and Sons* -reputados fabricantes de máquinas de coser y de armas- produjeron las *Sholes & Glidden Type Writer* [pieza 9]. Los primeros ejemplares estaban montados sobre el armazón de una máquina de coser, con un carro cuyo retroceso se accionaba desde el pedal y que sólo escribía utilizando letras

mayúsculas; el resultado fueron máquinas de tamaño desmesurado y de alto coste. No obstante, estas piezas presentan ya elementos que habrían de perpetuarse: el papel se sujeta en un carro entre un rodillo y un pequeño cilindro, ambos de caucho, colocados paralelos entre sí; el carro se mueve de derecha a izquierda mediante un resorte accionado por el usuario, que activa –además- un salto de línea; y el movimiento del carro está regulado por un mecanismo de escape, de forma que éste recorre a cada paso una pequeña distancia que permite la impresión de una nueva letra. El teclado queda dispuesto en hileras, de manera frontal, cada tipo se acciona al oprimir su tecla. Una cinta entintada corre entre el tipo y el rodillo; cuando el tipo golpea esta cinta, la tinta impacta sobre el papel dejando su huella, un mecanismo adicional determina el avance de la cinta.



Uno de los primeros modelos comerciales de máquina de escribir en España. *Ilustración artística*, Madrid, 1889

El modelo de disposición de los tipos varió en las primeras etapas de producción de máquinas de escribir. Las fabricadas por la casa *Remington* instauraron el uso de tipos fundidos sobre una varilla de cabezal plano, el conjunto de varillas adopta una forma semicircular; este diseño es el que se generalizó con el tiempo [pieza 10]. Durante las últimas décadas del XIX se introdujo un nuevo sistema de máquina en el que los tipos se disponen en el exterior de un cilindro metálico, ejemplarizadas por los modelos *Blickensderfer* [pieza 11], y que utilizan el mismo sistema de carro y cinta que las máquinas *Remington*. Este sistema fue pronto desechado; no obstante, con el correr de los años, los viejos cilindros metálicos sobre los que están tallados los tipos

Publicidad de máquinas de escribir.
Alrededor del mundo, Madrid, 1918.

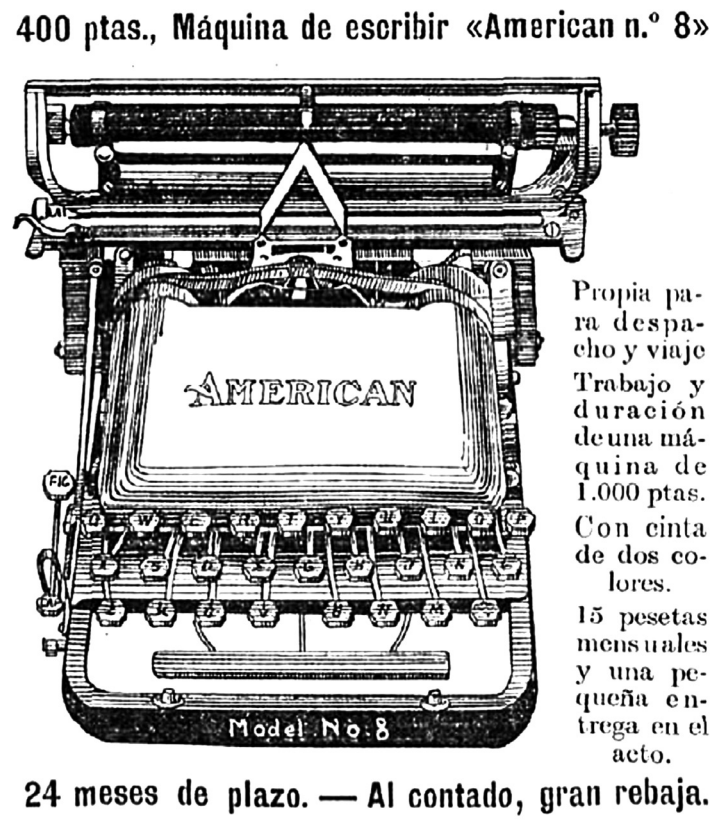
de estas máquinas encontraron su revitalización –al menos en su estructura externa- en las bolas de tipos utilizadas por las máquinas eléctricas [pieza 12]. Un tercer sistema, bien distinto de los anteriores, lo constituyen las máquinas de coronas intercambiables y curvadas, fijas en la parte exterior de un anillo de metal, como las comercializadas, a partir de 1880, por la empresa *Hammond* [pieza 13]; éstas no utilizan rodillos, en ellas

el papel se mantiene en posición vertical y la impresión se produce gracias a un martillo que golpea la parte posterior del papel, empujándolo contra la cinta tintada y el carácter seleccionado. Una de las ventajas de las máquinas *Hammond* es la posibilidad de intercambiar las coronas tipográficas, lo que permite el empleo de diversos tipos de letras empleando una sola máquina.

El mecanismo de incidencia de los tipos de cabezal plano sobre el papel determina una nueva división dicotómica en las 'familias' de máquinas de escribir. El procedimiento más sencillo para accionar la varilla es una simple palanca [pieza 14], no obstante algunos fabricantes desarrollaron sistemas más complejos en los que el avance de la varilla se realizaba mediante el uso de bielas, muelles y bastones, que empujaban el tipo sobre el papel, con una fuerza constante, dando lugar a una mancha homogénea [pieza 15]; este sistema, más elaborado en número de engranajes, permite disponer de un mayor número de teclas que los habituales y proporciona una claridad de impresión que la hacen ideal para alfabetos no latinos.

Como hemos señalado, los primeros diseños de máquinas de escribir tenían la limitación de que los tipos incidían sobre el papel en la parte no visible del rodillo, bien porque el papel y el sistema de impresión se sitúan en la parte posterior de la máquina, bien porque el sistema de palancas ocupa la parte superior del instrumento y actúa de arriba hacia abajo, impidiendo al usuario ver el texto con normalidad [pieza 16]. Hacia 1894, Franz X. Wagner ideó un mecanismo mediante el cual las palancas portatipos se accionaban de abajo a

Publicidad de
máquina de escribir.
La Esfera, Madrid, 1928.



Publicidad de
máquina de escribir.
Nuevo Mundo, Madrid, 1914.

arriba; su aplicación a las máquinas de escribir permitió que la escritura quedara visible según ésta se iba realizando [pieza 17]. La patente fue adquirida, y mejorada, por John T. Underwood [pieza 18]; las máquinas producidas bajo su firma conocieron un espectacular éxito de mercado durante el tránsito de los siglos XIX al XX. Pese al evidente avance que suponía la lectura del texto, las máquinas en las que lo escrito no era visible se continuaron fabricando hasta 1915.

Todas las máquinas de escribir, independientemente de la disposición de los tipos, presentaban el problema del número de caracteres necesarios en un teclado: mayúsculas, minúsculas, números y signos ortográficos. Hubo máquinas que sólo escribían con letras capitales, mientras otras presentaron dos series de teclas, una para mayúsculas y otra para minúsculas [pieza 19]. Finalmente, Byron A. Brooks fijó dos tipos, mayúsculas y minúsculas, sobre un mismo soporte; y L. Crandall diseñó un mecanismo que permitía optar por uno u otro de los tipos. Hacia los años 1920 se generalizó el modelo 'clásico' de máquina de escribir, con teclado dispuesto en cuatro filas. La distribución QWERTY se convirtió en estándar para las máquinas con alfabeto latino.

Taller de montaje de máquinas de escribir. *Alrededor del mundo,* Madrid, 1908.

Las mejoras técnicas introducidas durante los años posteriores se centraron en reducir el tamaño y el peso de las máquinas, convirtiéndolas en 'portátiles', y en adaptaciones de diseño que hacían la pieza más acorde con las modas. Las máquinas con línea de tipos calificadas como 'portátiles' se comercializaron desde 1912 [piezas 20 y 21].

La aplicación de la electricidad a las máquinas de escribir fue prevista ya en el diseño del *Universal Stock Ticker*, realizado por Thomas Alva Edison en 1870. Los motores eléctricos se incorporaron a las máquinas de escribir en 1924 [pieza 22], los primeros por empeño de la *North East Electric Co.*, pero la empresa más innovadora en estos modelos fue la *International Business Machines Corporation* (IBM); la fuerza eléctrica se ocupaba de levantar el tipo y golpearlo contra la cinta, así como del retorno del carro y del desplazamiento del rodillo al final de la línea. Todas estas tareas, realizadas gracias a la fuerza motriz de la electricidad, reducían el esfuerzo mecánico que debía efectuar el mecanógrafo y rendían documentos de mayor calidad estética [pieza 23].

Anuncio publicitario de máquinas de escribir.
La Vanguardia, Barcelona, 1929.

Cartel publicitario de máquinas de escribir.
Wolfrum & Hauptmann A.G. Nürnberg [*c.* 1930]

Publicidad de una máquina eléctrica.
Alrededor del mundo, Madrid, 1930.

En los comienzos de la década de 1960 las máquinas de escribir sustituyeron las varillas portatipos por bolas de caracteres; el primer modelo en emplearla fue *IBM Selectric*, comercializada desde 1961. Un sistema mecánico-eléctrico complejo giraba la estructura de tipos hasta seleccionar el carácter requerido; en estas máquinas el carro permanece estable, y es el cabezal portatipos el que se desplaza frente al papel.

En las décadas siguientes se desarrollaron las primeras máquinas electrónicas, que incorporaban circuitos integrados y una limitada capacidad de memorizar líneas de texto; la primera máquina de escribir con memoria fue comercializada por IBM en 1974. En éstas la bola de tipos se sustituyó por un mecanismo de 'margaritas', en el que las letras quedan moldeadas, a modo de 'pétalos', sobre el borde exterior de un disco de plástico. Estas máquinas de escribir electrónicas tuvieron vida breve, su progresiva complicación técnica, con una memoria interna y dispositivos de almacenamiento externo como cartuchos o disquetes, anunciaban ya el nacimiento de los ordenadores con tratamiento de texto incorporado y las impresoras adaptadas a ellos.

- Máquina de escribir ancestral
  - Máquinas con teclado
    - Teclado de piano adaptado
    - Esfera de escribir
    - Máquinas de escribir sistema Sholes
      - Tipos en cilindro
      - Tipos de cabezal plano
        - Accción de tipos por bielas
        - Acción de tipos mediante palancas
      - Tipos dispuestos en corona
  - Máquinas sin teclado
    - Máquinas de estilete
    - Máquinas de regleta
    - Máquina de tambor

- Estenotipia
- Máquina eléctrica IBM
- Teclado doble
- Texto no visible
- Texto visible
  - Teclado simple sistema Underwood
    - Máquina con motor eléctrico
      - Máquina eléctrica
    - Portátil
      - Portátil moderno
- Rotuladora

DARD TYPEWRITER

ADAPTARSE ES SOBREVIVIR

La evolución biológica determina la aparición de estructuras especializadas a partir de un elemento básico; por ejemplo, la extremidad posterior de un mamífero primitivo se modificó para dar lugar al 'ala' de un murciélago, la pata corredora de un antílope o la 'aleta' de un delfín.

La evolución tecnológica también ofrece casos de variaciones sobre un elemento, que conoce diversidad de desa-rrollos: el primitivo carro preparado para un tamaño determinado de papel, se alarga o se estrecha acomodándose a distintos formatos, llegando a desa-parecer en algunos tipos de máquinas.

Desde la formación de la Tierra las condiciones medio-ambientales están en continuo cambio. Los seres vivos se han adecuado -a lo largo de la historia de la vida- a las circunstancias impuestas por este entorno cambiante. La adaptación al medio confiere capacidad diferencial de supervivencia y, en la medida en que ésta es heredable, se transmite a la descendencia; la acumulación, por medio de la selección natural, de ínfimos

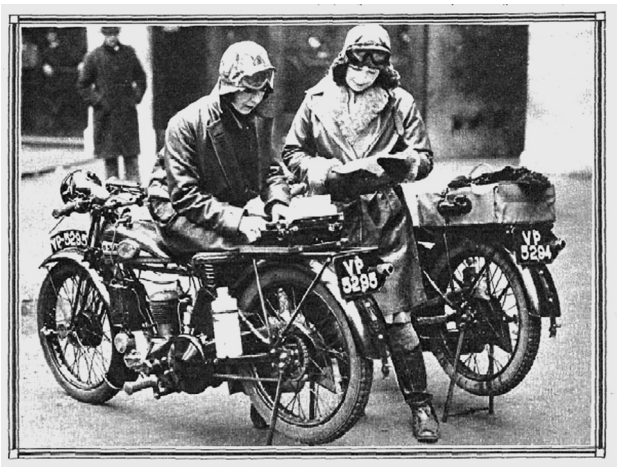
cambios estructurales, anatómicos, funcionales, etológicos, etc., determina la aparación de nuevas especies, mejor adaptadas al medio concreto en el que se produce su evolución.

Esta razón biológica conduce a que una misma estructura inicial haya dado origen a una gran diversidad de tipos: una entidad primigenia deriva en un abanico de elementos anatómicos, con diferentes morfologías y fun-ciones, que tienen un ancestro común. Cada uno de los diversos tipos de estructura se ajusta con precisión a los requerimientos biológicos de la especie que los presenta.

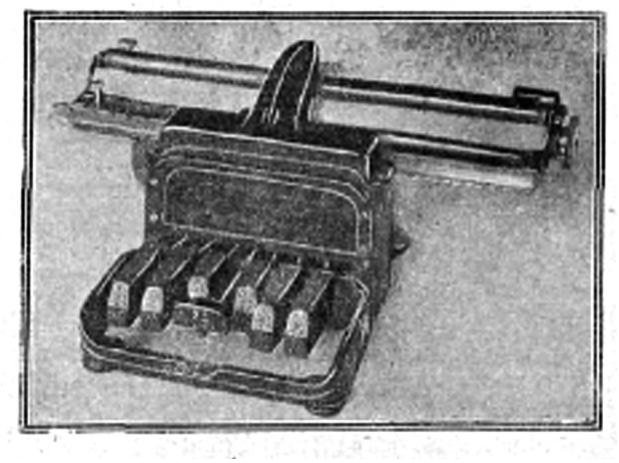
Máquina de escribir de carro extralargo.
La Esfera, Madrid, 1930.

La adaptación en la Naturaleza, y el proceso de selección natural que conlleva, son acciones no dirigidas, que ocurren de manera aleatoria. El ser humano, en sus construcciones tecnológicas, realiza procesos de adaptación, éstos sí dirigidos, encaminados a obtener instrumentos que faciliten la máxima adecuación a actividades específicas [piezas 24 y 25].

Así ocurre con algunos modelos de máquina de escribir, que adecúan algunas de sus estructuras habituales para ajustar el conjunto a las necesidades de una actividad concreta: rellenar formularios, balances contables o tablas de datos requiere de máquinas con un carro especialmente largo [piezas 26 y 27]; la necesidad de escribir en espacios diversos y en condiciones de poca estabilidad como, por ejemplo, el trabajo que realizan los reporteros y corresponsales, favoreció el desarrollo de máquinas extremadamente simples y ligeras, que podían ser usadas prácticamente en cualquier situación y condición [piezas 28 y 29].



Reporteros escribiendo sobre una motocicleta.
La Esfera, Madrid, 1928.



Máquina de escribir en braille.
Alrededor del mundo, Madrid, 1917

Algunas máquinas están adaptadas a un público con requerimientos especiales: de forma prácticamente coetánea al desarrollo de las primeras máquinas de fabricación industrial, se desarrollaron dispositivos que permitían mecanografiar en braille. Los instrumentos utilizados para escritura braille eran simplificados, con un teclado reducido, en el que las teclas no corresponden a las letras de un teclado QWERTY sino a las combinaciones propias del sistema braille.

Con teclas adaptadas a un sistema de símbolos no alfabéticos se desarrollaron también las estenotipias, una adaptación que permite transcribir a gran velocidad, utilizando un lenguaje críptico, las intervenciones públicas, discursos, etc.

Y, por supuesto, los teclados también se adaptan a los requerimientos de los tiempos; teclas imprescindibles hasta bien avanzado el siglo XX, como las utilizadas para referirse a las monedas vigentes en la Unión Europea, han desaparecido para dejar su espacio a la que hace referencia a la moneda común: el euro.

La adaptación puede conllevar, por tanto, la desaparición de ciertas estructuras y/o la aparición de otras nuevas.

2 "
3 %
4 $
Q
W
E
R
A
S
D
F
Z
X
C

El azar y la necesidad

La evolución biológica no construye de la nada, define y redefine a partir de estructuras preexistentes. El mecanismo que utiliza la Naturaleza para introducir esos cambios es la mutación. Las estructuras resultantes del proceso de selección son las mejor adaptadas al medio, pero no siempre son las ideales.

Las máquinas de escribir presentan ciertas similitudes con esta realidad biológica; sus teclados, por ejemplo, muestran modificaciones en la posición de sus teclas no en función de su eficacia tecnológica, sino en razón de otros requerimientos que los hicieron adecuados en el momento de su invención y que la tradición ha consolidado.

En la Naturaleza prima la ley del azar, en la industria unos criterios de diseño consciente que no tienen paralelo en la vida orgánica.

Las mutaciones son modificaciones en la información genética de los organismos, que se traducen en unos efectos biológicos de carácter hereditario. Sobre estas nuevas formas mutadas actúa la selección natural. En la Naturaleza se producen alteraciones genéticas que generan grandes cambios estructurales en el individuo, son conocidas como macromutaciones, y generalmente resultan inviables; otras mutaciones, las micromutaciones, introducen mínimos cambios en una estructura, y de ellos puede derivar una ligera ventaja -o desventaja- evolutiva.

Los teclados de las máquinas de escribir también presentan pequeños cambios en la posición de sus teclas en función del área lingüística a que están destinados. QWERTY no es el único teclado existente, hay otros derivados de él: el francés AZERTY, el italiano QZERTY, el alemán QWERTZ. El propio QWERTY admite pequeñas variantes, por ejemplo incluye una tecla para la ñ en los teclados destinados a los castellano-escribientes.

La posición de las teclas en cada uno de estos dispositivos responde a los condicionantes mecánicos propios de las máquinas de escribir tradicionales, en las que la frecuencia de pulsación estaba limitada por la capacidad de respuesta mecánica. QWERTY fue una solución de compromiso ideada para evitar que las varillas portatipos se atascaran al entrecruzarse; probablemente si hubie-

Teclado QWERTY internacional

Teclado francés AZERTY

Teclado alemán QWERTZ

Teclado QWERTY castellano

Teclado DVROAK

ra que diseñar un teclado directa y exclusivamente relacionado con la velocidad de pulsación habría de elegirse, al menos para la lengua inglesa, una disposición de teclas distinta: el teclado DVORAK.

Estos teclados, QWERTY y sus 'mutaciones' [piezas 30, 31 y 32], se han consolidado y se mantienen en los actuales teclados de ordenador, pese a que en ellos el problema de atasco de varillas ya no existe. Lo ideal, tanto en Biología como en Tecnología, no es siempre la solución que se impone.

Los teclados de ordenador incorporan una función que tiene otro paralelo biológico: la epistasia genética.

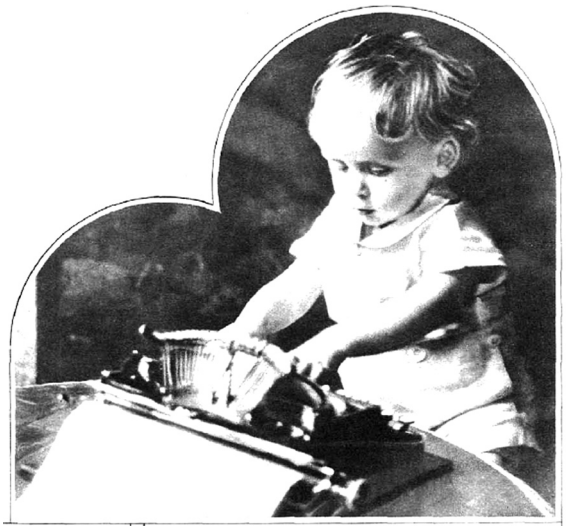
En Biología se entiende por epistasia la interacción entre genes que produce un efecto distinto al que cada gen, actuando por separado, produciría; la similitud tecnológica es evidente, basta pensar en la versatilidad de las combinaciones de teclas de un ordenador para producir caracteres nuevos o símbolos especiales. La epistasia es un mecanismo que genera variabilidad sobre la que actuará la selección natural; la 'epistasia tecnológica' aporta nuevas funcionalidades en los teclados informáticos, de los que carecen los mecánicos propios de las máquinas de escribir.

La máquina de escribir: factor de cambio en la escritura

La máquina de escribir fue, en sus inicios, un dispositivo mecánico destinado a facilitar el trabajo cotidiano en las oficinas; la escritura mecánica favorece la legibilidad de los textos, el despacho de la correspondencia y la copia automática de documentos. Fue toda una revolución en las oficinas que permitía producir documentos, de manera mecánica, como alternativa a las copias manuscritas.

Nada hacía pensar que su empleo, generalizado en las oficinas de la década de 1880, se extendería a muchos otros ámbitos, desde los cronistas de guerra a la literatura más convencional.

Con la máquina de escribir se introdujeron cambios sustanciales en el trabajo habitual de las oficinas; los manguitos de los amanuenses se sustituyeron por los brazos al aire de quienes manejaban el nuevo instrumento; las gruesas resmas de papel abarquillado dejaron paso a las hojas de tamaño normalizado, y los rascadores de tinta se vieron sustituidos por gomas, primero, y por los correctores plásticos, después. Las plumas, los tinteros y el papel secante se convirtieron en objetos obsoletos, apenas elementos decorativos, en una mesa de trabajo dominada por 'el capricho de hierro'.



Carta a los Reyes Magos.
La Estampa, Madrid, 1932.

La nueva protagonista de la oficina atrajo una legión de entusiastas seguidores que demandaban información permanente sobre novedades, características, precios, etc. Rápidamente se erigió un entramado editorial desde el que dar a conocer las novedades de esta importante industria; nació así, en 1877, *The Typewritter Magazine*. En septiembre de 1905 salió al mercado americano *The Typewritter Topics*, quizás la más extendida de las publicaciones periódicas dedicadas a difundir los avances y novedades tecnológicas relativas a las máquinas de escribir; para 1908 ya se distribuían más de 13.000 copias de cada número de esta revista.

La máquina de escribir marca toda una nueva era en la escritura, y los autores literarios comenzaron pronto a descargar sus ideas sobre las teclas de estos instrumentos; el resultado fueron textos de más fácil lectura para los editores; los copistas, encargados de 'poner en limpio' los pensamientos del autor, quedaron relegados al olvido.

Emilia Pardo Bazán ante su máquina de escribir.
La Esfera, Madrid, 1921.

La historia reserva a Mark Twain el honor de ser el primer autor en entregar mecanografiada una obra de invención a su editor, fue *Life on the Mississippi* (Boston, 1883); desde entonces otros muchos seguirían su ejemplo, fascinados por la pulcritud del nuevo invento: Friedrich Nietzsche, Henry James y tantos otros escritores y ensayistas continuaron su estela; muchos de ellos llegaron a establecer un íntima relación personal con su máquina, hasta el extremo de convertir a estos artefactos mecánicos en fetiches de los que se les hace difícil prescindir, así lo ha relatado, con todo detalle, Paul Auster, en *The Story of my Typewriter* (New York, 2001).

La máquina de escribir ha sido, también, fuente de inspiración literaria, cinematográfica y musical; sirva como ejemplo el papel protagonista que cobra en la novela homónima de Juan Martín (Buenos Aires, 1996) o la humorística y breve pieza compuesta por Leroy Anderson en 1950, donde el ingenio

Comisariado de Propaganda del III Cuerpo de Ejército. Archivo Histórico del Partido Comunista de España, Universidad Complutense de Madrid.

mecánico es utilizado como un elemento más de la orquesta, y sobre la que el cómico Jerry Lewis creó uno de sus gags más divertidos.

No es posible entender la historia del siglo XX sin máquinas de escribir: los partes de guerra, las declaraciones de paz, los censos agrícolas, la contabilidad de las empresas, las fichas de bibliotecas, la correspondencia comercial, todo ha sido mediado por las teclas de una máquina de escribir.

Nuestro lenguaje sigue teniendo expresiones de la cultura manuscrita; quienes escribimos seguimos teniendo pavor a 'dejarnos cosas en el tintero' aun cuando lo hagamos utilizando modernos teclados QWERTY. Estos teclados -y las máquinas de escribir a las que están unidos- son parte integrante de nuestra cultura; si los sabios griegos encontraron en Clío la musa de la

poesía épica, y con ella generaron un profundo cambio literario, por qué no pensar en las máquinas de escribir como el último bastión de una cultura escrita que se resiste a dejar el camino libre ante los dispositivos tecnológicos de la cultura audiovisual.

Clio ha arrinconado su buril, adquiriendo una máquina de escribir de modelo bastante molesto. Y á Marte le hace gracia la señorita mecanógrafa.

Gedeón, Madrid, 1909.

Coevolución y...

La evolución biológica descansa sobre una permanente interacción entre organismos. El desarrollo de nuevas formas en un grupo de seres vivos propicia una evolución paralela en otros: el éxito biológico reside tanto en la capacidad de adaptarse a condiciones ambientales, como a las impuestas por otras especies.

En el mundo tecnológico también se pueden describir algunos casos de coevolución, propiciados por la necesidad de adaptar la máquina -o algunos de sus mecanismos- a las particulares condiciones de un trabajo o del medio en que éste se desarrolla.

El largo pico del colibrí es la estructura idónea para captar el néctar de flores de corolas alargadas; a lo largo de la historia evolutiva el desarrollo del pico ha corrido paralelo a la aparición de flores con corolas alargadas. La interacción entre flores y colibríes ha ligado evolutivamente a ambos organismos: las flores se fertilizaban gracias al ave y ésta obtenía -en exclusiva- un alimento de alto valor nutritivo. La máquina de escribir también proporciona ejemplos de coevolución [piezas 33 y 34].

Un oficial de caballería debe transmitir órdenes concretas y legibles en el transcurso de una operación militar, para ello -en los años previos a la Primera Guerra Mundial- se desarrollaron

máquinas de bolsillo como las *Virotype*, que utilizaban largas tiras de papel expresamente diseñadas para este tipo de instrumentos y permitían escribir con una sola mano, a lomos de caballo. Las empresas que comercializaron estas máquinas intentaron acomodar el aparato para utilizarlo, como máquina de mesa, adaptadas a papel estandar.

La simplificación de estas máquinas de escribir portátiles, de cierto éxito comercial debido a su bajo precio y portabilidad, recuerda a algunos seres vivos -animales cavernícolas o parásitos- que han perdido a lo largo de su historia evolutiva aquellas estructuras superfluas para su modo de vida [piezas 35 y 36].

Máquina de escribir de bolsillo.
Alrededor del Mundo, Madrid, 1912

El entorno de la máquina de escribir genera una serie de utensilios desarrollados al amparo de la propia máquina: el papel carbón, los correctores de goma y plástico, las cintas de colores, etc, lo que no es sino una muestra más de coevolución.

La coevolución liga la presencia de un determinado ser vivo a la suerte evolutiva de otro; la desaparición de uno de ellos conlleva -necesariamente- la extinción del otro. Igual ocurre en el ámbito tecnológico, el desarrollo de nuevos medios de comunicación (telefonía o radio de campaña) hizo innecesaria la transmisión de órdenes a través de tiras de papel y con ella la de las máquinas diseñadas para este uso. Los esfuerzos por reconvertirlas a máquinas de escritorio no prosperaron y esta 'especie' se extinguió.

... ESPECIALIZACIÓN

A veces, en la Naturaleza, se desarrollan complejos sistemas funcionales, o de captación de estímulos, que permiten al ser vivo adquirir una noción exacta del medio. El ejemplo paradigmático es el 'sónar' de un delfín, un sistema de ecolocalización basado en la emisión y captación de sonidos de alta y baja frecuencia que le permite construir un 'mapa' del entorno.

El ingenio humano ha desarrollado, tomando como base la estructura de una máquina de escribir, complejos aparatos para codificar información reservada, es el caso de las máquinas de cifrado.

La criptografía es una técnica utilizada para garantizar el secreto de las comunicaciones. La aparición de la máquina de escribir potenció la mecanización de los procedimientos de encriptación: el antiguo sistema manual de equivalencias alfabéticas se sustituyó por un conjunto de rotores y engranajes que establecía, mecánicamente, la paridad entre caracteres.

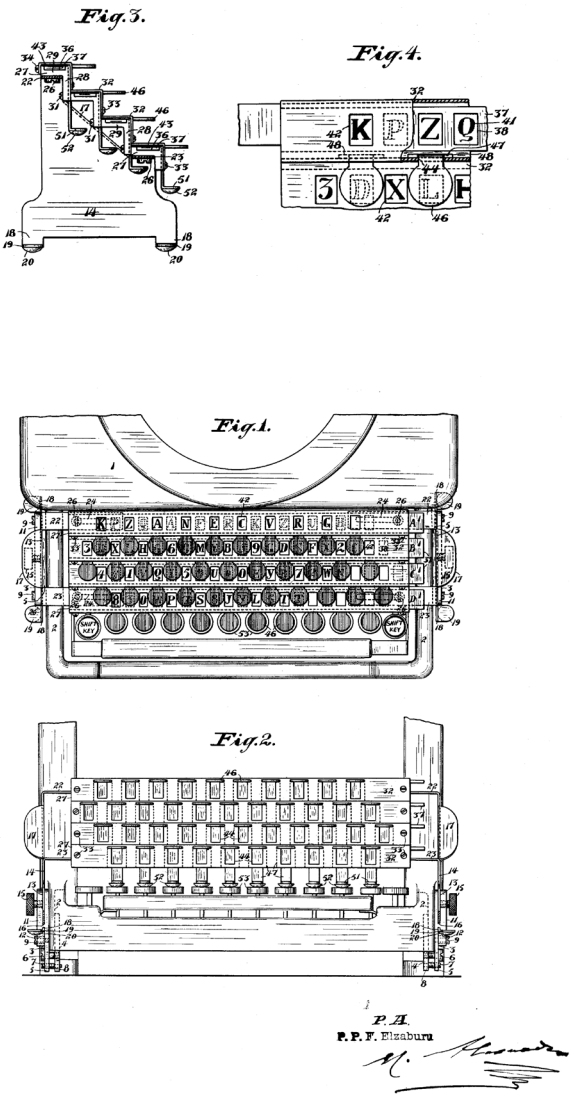
Fueron muchos los dispositivos ideados para encriptar la información utilizando como estructura los teclados QWERTY; sin duda el que gozó de mayor éxito fue la máquina *Enigma* [piezas 37 y 38].

El cifrador *Enigma* es un aparato, de origen holandés, diseñado, en 1919, por Alexander Koch para usos comerciales; el invento fue puesto en el mercado por la empresa alemana *Chiffriermaschinen Aktien Gesellschaft*, establecida en Berlín; las primeras máquinas se comercializaron en 1923.

El dispositivo fue pronto adoptado por la diplomacia alemana para el cifrado de sus correos y, desde 1929, su diseño fue modificado por el Ejército alemán, particularmente por la Marina, para crear su máquina 'M'. Modelos comerciales de *Enigma*, sin grandes modificaciones, fueron utilizados, por el Ejército del general Franco, durante la Guerra Civil española.

La máquina adquirió un particular auge gracias a las misiones de espionaje, particularmente durante la Segunda Guerra Mundial. Estos aparatos siguieron activos hasta los comienzos de la década de 1970.

La *Enigma* es un dispositivo electro-mecánico; su teclado, similar al de una máquina de escribir, actúa sobre un conjunto de rotores conectados entre sí; cada uno de ellos es un disco plano, con 26 contactos eléctricos (uno por cada letra del alfabeto alemán) en cada cara. Los contactos de salida de cada rotor se conectan con los de entrada del siguiente, y generan un circuito eléctrico con una secuenciación compleja en



Planos de la patente de un accesorio criptográfico para una máquina de escribir.
Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Oficina Española de Patentes y Marcas, Archivo Histórico, expediente. 55720, 1913.

la equivalen-cia de caracteres, en función de los rotores utilizados y de las posiciones en que se dispongan. El proceso de lectura es simétrico al de cifrado, basta introducir el texto encriptado, en una máquina cuya disposición de rotores se ajuste a la del emisor, para obtener el texto de partida.

Enigma no fue la única máquina empleada para cifrar y descifrar mensajes; su equivalente británico es *Typex*, y los americanos dispusieron de modelos SIGABA de características similares.

El secreto de la *Enigma*, que se consideró inviolable durante años, fue revelado gracias al esfuerzo del contraespionaje aliado. El matemático Alan Turing desarrolló una máquina electromecánica, la 'bomba de Turing', capaz de desvelar el código Enigma. Estos complejos aparatos fueron el antecedente remoto de los modernos ordenadores.

Miembros del ejército alemán utilizando una máquina *Enigma*.
Fotografía de Erich Borchet, 1941.
Bundesarchive, Bild 1011-769-0229-10A.

er Typewriter
1,000 10,000 100,000 1,000,000

Los números también cuentan

En las últimas décadas del siglo XIX -de forma paralela a la evolución de la máquina de escribir- se desarrollaron calculadoras mecánicas que usan como interfaz un teclado, sobre él se combina, en un mismo instrumento, capacidad de escritura y cálculo, llegando incluso a diseñar modelos en los que la función de escritura (entendida como conjunto de caracteres alfabéticos) está minimizada y potenciada la impresión numérica y las operaciones aritméticas.

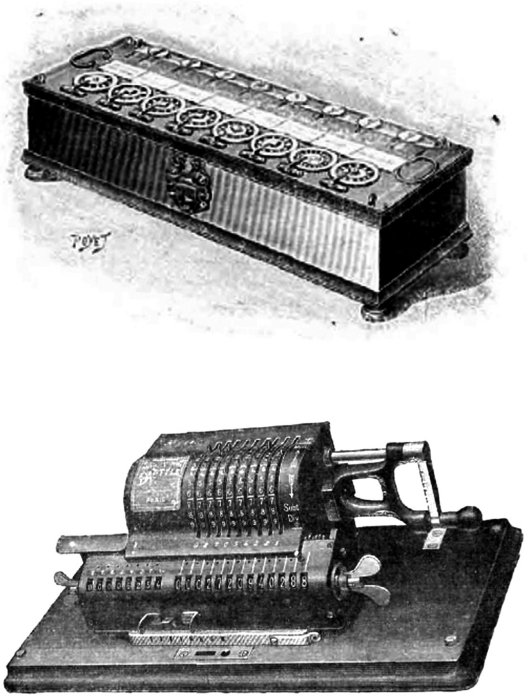
Anterior al proceso de mecanización de la escritura fue el desarrollo de máquinas que permitían hacer operaciones aritméticas. En 1639, Blaise Pascal creó un instrumento capaz de realizar sumas de manera automática; este diseño fue perfeccionado por Gottfried Wilhelm von Leibniz, quien ideó un dispositivo que permitía realizar sumas, restas, multiplicaciones y divisiones. En ambos mecanismos la selección de los números se realiza mediante ruedas dentadas y palancas, y los resultados se visualizan a través de ventanas que muestran las cifras rotuladas sobre engranajes [pieza 39].

Los dispositivos mecánicos de cálculo automático llegaron a su máxima expresión con el diseño, por parte de

Charles Babbage, de una máquina analítica que permitía obtener, e imprimir, tablas de logaritmos, funciones trigonométricas y operaciones polinómicas.

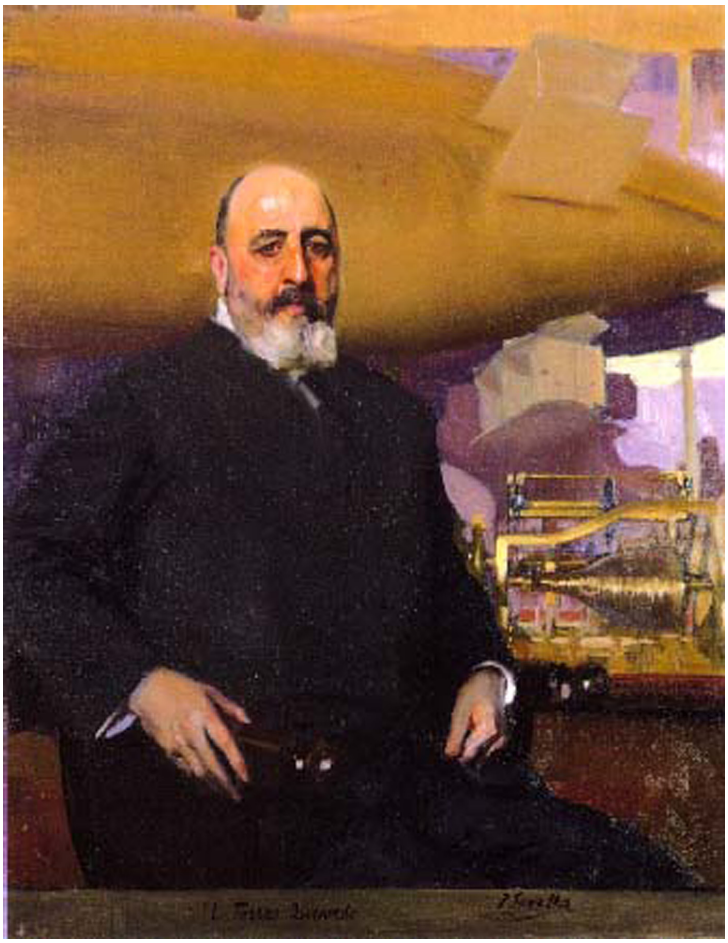
Estas máquinas de calcular, junto a muchas otras desarrolladas a lo largo del siglo XIX, son equiparables a las 'máquinas de índice', en las que el usuario elige uno a uno –las letras o los números- que han de imprimirse o, en este caso, operar en el cálculo [piezas 40 y 41].

Un sistema similar a estas máquinas analógicas fue el utilizado por el ingeniero español Leonardo Torres Quevedo, en el tránsito de los siglos XIX a XX; a él se debe el diseño de calculadoras algebraicas y aparatos para la resolución de ecuaciones de segundo grado. Parte esencial de estas máquinas son los husillos sin fin; éstos, unidos a un árbol de transmisión, comunican, de forma diferencial, el movimiento a los eslabones del árbol; lo que permite hallar la solución a un problema matemático mediante una analogía física.



Máquinas de calcular de Pascal (arriba) y *Obdner* (abajo).
La Ilustración artística, Madrid, 1904.

La aparición del teclado en las máquinas de escribir condujo a su utilización en máquinas calculadoras. Los primeros desarrollos consistieron en la incorporación de algunos complementos, basicamente un cajón mecanico ubicado bajo la estructura de la máquina, que permitía efectuar sencillos cálculos aritméticos mediante la utilización de las teclas numéricas. Un paso evolutivo más, en este desarrollo, fue la invención de teclados específicos concebidos para que la máquina realizara la doble función de escribir y calcular [pieza 42]. En modelos posteriores la función de cálculo se hipertrofia y el teclado pierde sus caracteres alfabéticos, potenciando los numéricos [pieza 43].



Leonardo Torres Quevedo.
Óleo de Joaquín Sorolla.
Courtesy of The Hispanic Society of America. New York.

Al igual que ocurriera con las máquinas de escribir mecánicas, las calculadoras conocieron, hacia la década de 1960, idéntico proceso de electrificación; primero incorporando la electricidad como fuerza motriz a un mecanismo analógico [pieza 44] y, en un segundo momento, sustituyendo sus mecanismos por componentes electrónicos [pieza 45].

No todas las máquinas de calcular imprimían sus resultados; no obstante aquéllas en las que su vinculación con las máquinas de escribir fue más estrecha, como es el caso de la italiana *Olivetti*, sí dispusieron de un carro con sistema de impresión.

Las calculadoras electrónicas de mediados y finales de la década de 1960 eran voluminosos aparatos, formados por miles de transistores, que requerían un alto consumo energético. En los años siguientes, los transistores se fundieron en circuitos integrados, lo que permitió una considerable reducción del tamaño de los componentes y un menor consumo. Se abría así la puerta a la calculadora de bolsillo.

El aumento en la capacidad de proceso de las calculadoras permitió la programación de operaciones cada vez más complejas. El avance fue tal que, a finales de la década de 1980, la línea de separación entre las calculadoras de bolsillo y el ordenador quedaba desdibujada: la calculadora electrónica convergía evolutivamente con los equipos informáticos [pieza 46].

Publicidad de máquinas de escribir y calcular *Remington*.
La Vanguardia, Barcelona, 1926.

Publicidad de máquinas de escribir y de calcular.
La Ilustración española y americana, Madrid, 1905.

Publicidad de máquinas de escribir y calcular de *Olivetti*.
La Vanguardia, Barcelona, 1962.

3 #
S
4
F5
W
%
5
E €
&
6 ¬
S
R
D
T
X
F
Y
C
G
V
H

Tarjetas perforadas o teclados: la elección de una vía evolutiva

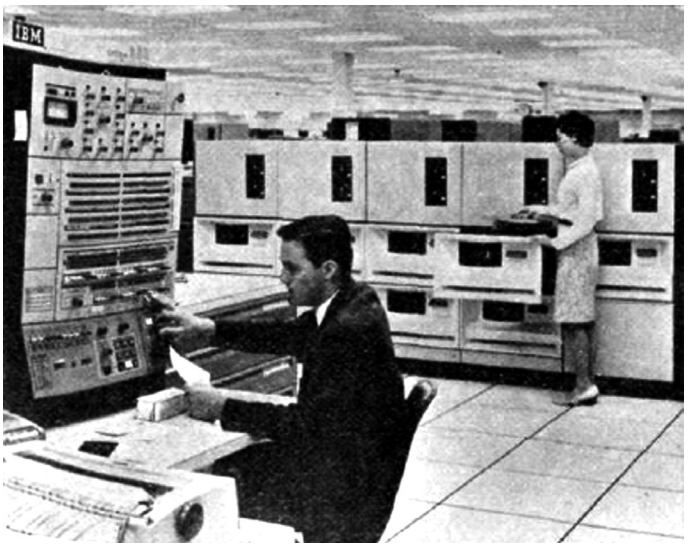
La transición entre formas biológicas se realiza a través de la acumulación de pequeños cambios estructurales. No obstante, ligeras modificaciones en la estructura o funcionamiento de un organismo, pueden determinar un espectacular aumento de su eficacia biológica y encauzar toda la evolución posterior de un grupo.

Algo similar ocurre en la evolución tecnológica: la incorporación del teclado QWERTY a las máquinas de proceso de datos fue el 'pequeño factor' determinante del uso masivo de estos aparatos, incialmente destinados a grandes instalaciones.

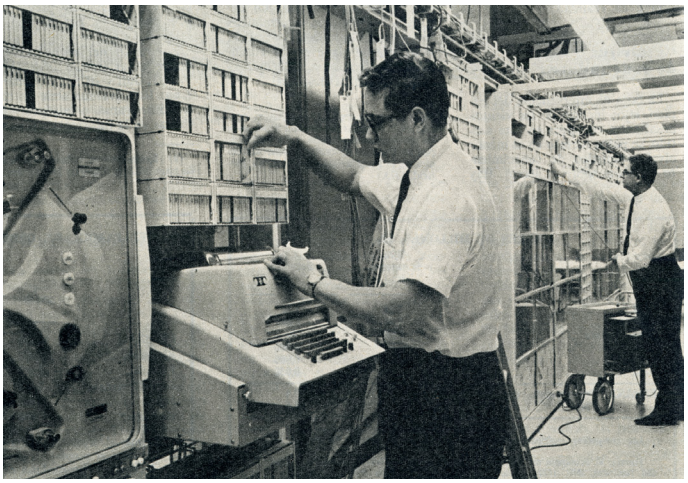
La biodiversidad, tanto actual como fósil, se ha construido por la acumulación de infinidad de cambios concretos sostenidos en el tiempo. El paso de un plan estructural a otro no es instantáneo, muestra una secuencia de estadíos intermedios, de una forma a otra, que constituyen una línea evolutiva.

Un proceso similar ocurre en la evolución tecnológica: el desarrollo de dispositivos complejos es gradual y sólo se logra por adición de pequeñas modificaciones sobre el diseño primigenio.

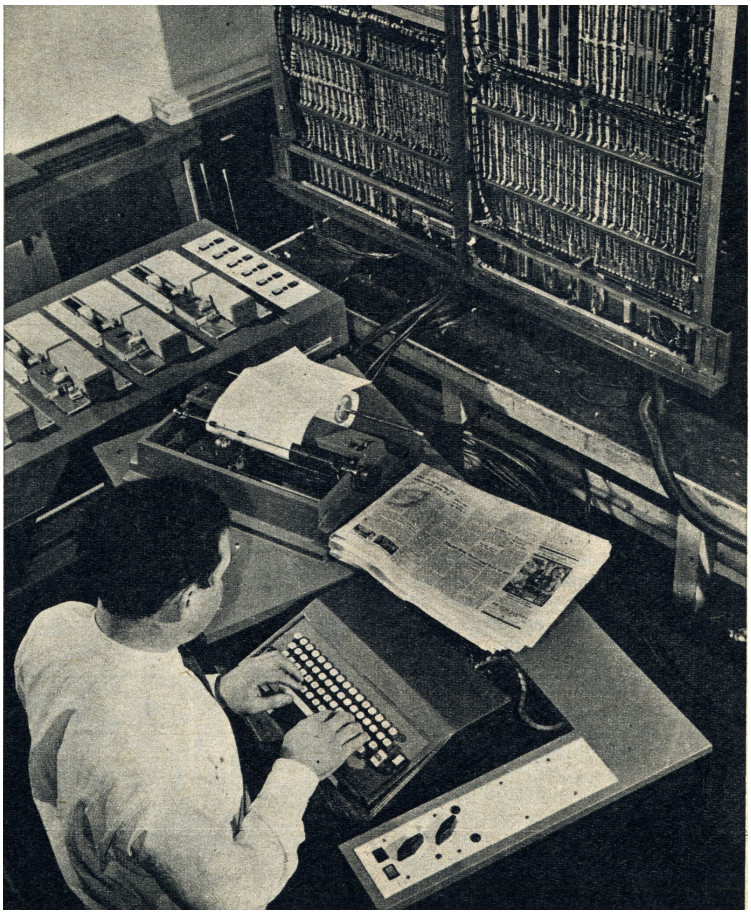
Las primeras máquinas de cálculo automático se desarrollaron en los años finales del siglo XIX, utilizando un sistema de tarjetas perforadas que se introducían en máquinas tabuladoras. Estas primeras máquinas requerían de una fuerte inversión y quedaban restringidas a tareas administrativas que conllevaban el uso de ingentes cantidades de datos; así fue construido, en 1890, el censo de Estados Unidos, merced a las máquinas diseñadas y construidas por Herman Hollerith, fundador de la empresa *International Bussines Machines* (IBM).



Ordenador de tarjetas perforadas.
Boletín de la Dirección General de Archivos y Bibliotecas, Madrid, 1968.



Centro de proceso de datos de *Bell Telephone*.
Triunfo, Madrid, 1973.



Programador ante
un ordenador con teclado.
Triunfo, Madrid, 1973.

La existencia de dispositivos electromecánicos potenció, en los años previos a la Segunda Guerra Mundial, el diseño de grandes máquinas que permitían realizar operaciones de cálculo. El esfuerzo bélico favoreció el desarrollo de este tipo de aparatos utilizados, bien para simulaciones balísticas, bien para romper claves criptográficas; *Colossus*, la gran computadora británica activa en 1943, con sus 1.500 válvulas de vacío, fue capaz de descifrar las claves usadas por el alto mando nazi a través de la máquina *Enigma*. ENIAC (*Electronical Numerical Integrator and Computer*) su par norteamericano, estaba compuesta por 17.500 válvulas, 7.200 diodos, 1.500 relés, 70.000 resistencias y 10.000 condesadores que, en su conjunto, alcanzaba un peso superior a las 25 toneladas y ocupaba 200 metros cuadrados. Sólo las grandes potencias podían permitirse este tipo de aparatos.

La progresiva experiencia en estas máquinas y el descenso de costes de sus componentes permitió que, en los primeros años de la década de 1950, algunos de los ingenieros participantes en el proyecto ENIAC constituyeran su propia empresa y fabricaran un primer modelo comercial. Éste sería adquirido por la empresa *Remington Rand*; el modelo contaba con un teclado modificado para la introducción de datos y un mecanismo de

cinta magnética para su almanacenamiento. Diferencia esencial de estas máquinas, frente a las diseñadas por IBM, era la ausencia de tarjetas perforadas; no obstante la presión de los usuarios, que disponían de información en tarjetas perforadas, determinó la incorporación de elementos específicos que permitían procesar tarjetas [pieza 47].

Con posterioridad, IBM desarrolló máquinas que utilizaban indistintamente tarjetas perforadas y cinta magnética, e incorporó una memoria de 'cilindro', el antecedente remoto de los discos duros actuales.

Las grandes dimensiones y el alto coste de estos equipos se debía, en gran parte, al elevado número de piezas, de las que estaban conformados, muchas de ellas muy frágiles. En la década de 1950 hizo su entrada en el mundo tecnológico el transistor. Su éxito inicial se centró en los equipos de radio; pronto fue incorporado por los fabricantes de ordenadores, con la consiguiente reducción de precio y consumo eléctrico en estos aparatos. Los ordenadores, hasta entonces restringidos al ámbito de las grandes empresas, comenzaban a ampliar su mercado hacia el público general.

El transistor sustituyó a la válvula de vacío como elemento fundamental en estos equipos; él fue rápidamente reemplazado por el circuito integrado a lo largo de los años 1960; con posterioridad, los circuitos integrados se condensaron en microprocesadores.

Publicidad de un ordenador doméstico.
La Vanguardia, Barcelona, 1983.

Publicidad de un ordenador de sobremesa.
La Vanguardia, Barcelona, 1986.

A mediados de la década de 1970 hacen su entrada en el mercado los ordenadores de tamaño mediano; los primeros de ellos se comercializaron como kits populares entre los aficionados a la electrónica. Un hito en el desarrollo de este tipo de aparatos lo constituye el modelo *Altair 8800*, éste era un equipo para aficionados avanzados en el que las instrucciones del programa se introducían, una a una, mediante un prolijo conjunto de interruptores; la ejecución del programa se visualizaba a través de diodos luminosos. En 1976 llegaron al mercado nuevos modelos de *Altair*, a los que se incorporaba un teclado para introducir los códigos del programa, con conexión a un televisor doméstico, que hacía las veces de monitor.

La incorporación del teclado no fue un proceso sencillo, requería cubrir dos etapas: por un lado dotar a la máquina de la capacidad para almacenar y procesar la información remitida a través de él; por otro desarrollar los lenguajes lógicos de interconexión del teclado con el núcleo electrónico de la máquina [pieza 48].

La interacción del hombre y la máquina se logró con el teclado QWERTY. El teclado hizo amigable a los ordenadores. Dejaron de ser las inmesas y costosas máquinas manejadas por especialistas para convertirse, poco a poco, en el instrumento imprescindible en el trabajo, en el hogar y en el ocio que son hoy en día.

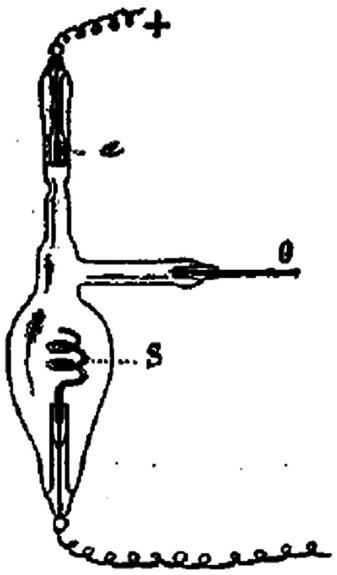
Hacia la economía de las formas: los procesos de miniaturización y normalización

Los equipos informáticos desarrollados en los años centrales del siglo XX conocieron un proceso de reducción de sus componentes electrónicos, lo que permitió disponer de máquinas más compactas y de menor volumen. Este proceso de miniaturización está asociado a la producción masiva de estas máquinas -y con ella la normalización de sus componentes-.

Los ordenadores abandonan sus antiguos nichos para colonizar el espacio que hasta entonces ocupaban las máquinas de escribir.

El tránsito del monumental ENIAC al ordenador portátil ha sido posible gracias a un profundo proceso de compactación de los componentes electrónicos que conforman estas máquinas. Un exhaustivo programa de investigación dirigida indagó en la utilización de nuevos materiales, con caracterísiticas eléctricas particulares, que permitió la sustitución de complejos sistemas electromecánicos y ampollas de vacio con electrodos [pieza 49a] por pequeños transistores que -a pesar de su inestabilidad inicial- se introdujeron en el mercado a través de los equipos de radio.

El transistor es un dispositivo electrónico formado por un elemento semiconductor [pieza 49b], inicialmente germanio, que amplifica, conmuta o rectifica la corriente eléctrica en un circuito. Su pequeño tamaño, así como su reducido consumo eléctrico, determinó su incorporación a la circuitería electrónica de los ordenadores en sustitución de las válvulas de vacío.



Válvula eléctrica de Villard.
Madrid científico, Madrid, 1903.

La tendencia natural a la miniaturización, que se inicia con los transistores, continúa con el circuito integrado [pieza 49c], una pequeña porción de material semiconductor, de unos milímetros cuadrados, en la que -en el primer prototipo- se condensaban seis transistores en una sola pieza. Ulteriores modelos agruparon, sobre un mismo circuito integrado, cientos o miles de transistores.

Una característica esencial de los circuitos integrados es que su producción y diseño puede realizarse mediante técnicas de fotolitografía sobre una oblea de silicio, lo que

Publicidad de una empresa de componentes electrónicos.
La Vanguardia, Barcelona, 1963.

permite su fabricación seriada y abarata notablemente su producción. La sensibilidad de su núcleo funcional y la dificultad de manejo debido a su ínfimo tamaño hicieron aconsejable, desde los primeros diseños, encapsularlos en estructuras plásticas o cerámicas que, además, permitían una más eficaz disipación del calor.

Rápidamente estas porciones encapsuladas adquirieron dimensiones estandarizadas, que permitían su integración en circuitos impresos comerciales. Aparecía así, como una tendencia estrechamente vinculada a la miniaturización, una 'línea evolutiva' dirigida hacia la normalización de componentes.

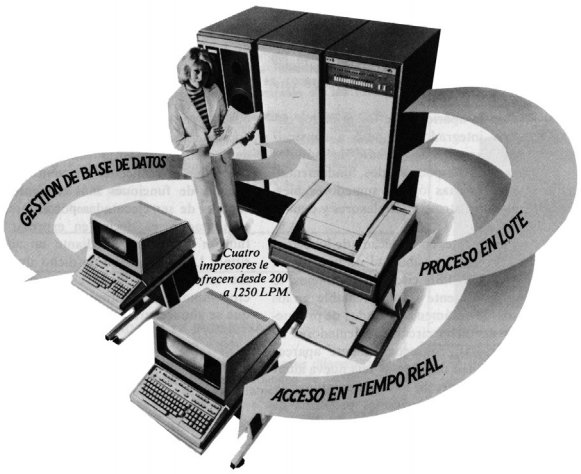
Un grado más en el proceso de compactación de transistores es el microprocesador [pieza 49d]. Uno de los primeros microprocesadores disponibles en el mercado fue el *4004*, presentado en 1971, que albergaba poco más de 2.000 transistores. A los pocos meses, su sucesor, el *8008*, contenía ya 3.500 transistores; el *Pentium II*, presentado en 1997, acumulaba cerca de 7,5 millones de transistores. El proceso de miniaturización de estos componentes ha sido exponencial, se estima que cada 18 meses se duplica el número de transistores contenidos en un microprocesador, al menos así lo señala la 'ley de Moore'.

Una evolución equiparable a la experimentada por los componentes electrónicos responsables del procesado de la información fue vivida por los sistemas empleados para la acumulación de datos. Las viejas tarjetas perforadas fueron sustuidas por memorias de ferrita [pieza 50a] y éstas por cintas magnéticas en las que los datos quedaban grabados en la medida en que iban siendo generados; este sistema permitía que los datos fueran cargados en el sistema para nuevos procesos o constituidos en archivo estable de información.

Los dispositivos de registro magnético variaron en función de la necesidad del usuario, desde grandes cintas -utilizadas por empresas y profesionales- [pieza 50b] a pequeñas cintas de casete de uso doméstico [pieza 50c]; un formato en el que -de nuevo- aparece un proceso de normalización similar al seguido por los componentes electrónicos.

Publicidad de circuitos integrados.
La Vanguardia, Barcelona, 1970.

La capacidad para acumular memoria en espacios cada vez menores conllevó la sustitución de estas cintas por sistemas de disco, en los que las partículas magnetizadas se disponen sobre una superficie plana, leída por cabezales magnéticos; el tamaño de estos discos [piezas 50d y 50e] ha ido progresivamente decreciendo, a la par que aumentaba su capacidad de almacenaje: los primitivos discos de 8 pulgadas, con capacidad para 80 kilobytes [pieza 50f], dieron paso a los discos flexibles de 5,25 y 360 Kb de almacenamiento [pieza 50g], y éstos a los de 3,5 pulgadas y 720 Kb ó 1,44 Mb [pieza 50h]. Los



Publicidad de ordenador.
Investigación y Ciencia, Barcelona, 1977.

dispositivos de almacenamiento de información, tanto fijos como extraíbles, confluyen en un único dispositivo: la memoria *flash* [pieza 50i].

En la Naturaleza también se produce un proceso de miniaturización. Un buen ejemplo lo constituye la evolución de los sistemas nerviosos en los vertebrados; en ellos se aprecia una tendencia a la encefalización -concentración de centros nerviosos en una región anatómica-; al tiempo que los elementos celulares del sistema nervioso, las neuronas, aumentan su complejidad estableciendo mayor número de contactos entre sí y ampliando su capacidad de procesado [pieza 51].

Obviamente, entre los seres vivos no asistimos a procesos de normalización; la selección natural, base de la evolución, no es un proceso finalista, no se rige -como sí lo hace la evolución tecnológica- por un objetivo consciente.

Tampoco los procesos de miniaturización afectan a todos los componentes de los ordenadores: la limitación humana, que obliga a incorporar la información que será procesada por estos aparatos, requiere de un viejo y estable utensilio: el teclado QWERTY, que permanece prácticamente invariable desde que fuera diseñado para las primitivas máquinas de escribir.

START
A
B
C
TRIGGER

Exaptación: de la escritura al juego

La exaptación es un concepto biológico que explica la evolución de una estructura que ha sufrido modificaciones sustanciales, desde su diseño primitivo, para adecuarse a nuevas funciones distintas de las que tuvo en origen.

El teclado QWERTY ha conocido también un proceso de 'exaptación'; inicialmente diseñado para la escritura mecánica, sus teclas han evolucionado, primero como indicadores de dirección, y, posteriormente, han incorporado símbolos iconográficos que aúnan funciones complejas.

El término exaptación fue introducido por Stephen Jay Gould y Elizabeth S. Vrba, en 1982, para tipificar un fenómeno distinto a la adaptación, utilizado de forma genérica por la teoría darwinista. El nuevo concepto tiene una connotación de índole paleontológica: para comprender cabalmente el significado biológico de determinadas estructuras orgánicas es preciso asociarlas a estructuras preexistentes que han evolucinado para el

Jóvenes jugando con un ordenador.
Investigación y Ciencia, Barcelona, 1977.

ejercicio de nuevas funciones. Las plumas, óptimas para el vuelo de las aves, proceden de espinas que aparecieron en la epidermis de reptiles como elementos termoreguladores; los huesos que dan soporte al esqueleto interno de vertebrados jugaron, en sus inicios, un papel básico en la osmoregulación, actuando como reservorios de sales en animales dulceacuicolas; las branquias de los peces se transforman hasta constituir el sistema auditivo de los vertebrados terrestres, etc.

En las máquinas de escribir clásicas el movimiento sobre el papel se efectúa accionando, manualmente, el carro -tanto horizontal como verticalmente- hasta la posición deseada. Las máquinas eléctricas, a través de una pequeña pantalla, y los ordenadores mediante monitores, incorporaron rápidamente teclas de dirección, que permitían situar el cursor en el lugar elegido.

El desarrollo de equipos con mayor capacidad gráfica modificó sustancialmente el proceso de interacción del hombre y la máquina, que ya no se realizaba -exclusivamente- a través de

instrucciones escritas. Los teclados tradicionales se transforman; en primera instancia reducirán sus caracteres alfabéticos, hipertrofiando las teclas de dirección y de funciones complejas; en un segundo momento, las teclas alfa-numéricas desaparecen y el 'teclado' se limita a un mando pivotante que indica dirección y a signos icónicos que representan elaboradas aplicaciones.

Estos nuevos 'teclados' corren paralelos a la comercialización de nuevas máquinas, fundamentalmente centradas en actividades de ocio, en las que prima el componente audiovisual y minimizan el elemento escrito de los teclados QWERTY [pieza 52].

4 dinero DOMINGO, 13 MARZO 2005 LA VANGUARDIA

TECNOLOGÍA

RESPUESTA AL CAMBIO GENERACIONAL

La electrónica de consumo sigue dando sorpresas con su enorme empuje: sus productos son cada día más pequeños, más rápidos y también más "inteligentes". Pero al mismo tiempo bajan de precio, porque la competencia aprieta y los usuarios siempre pretenden obtener más con menos coste. Así son las cosas. Las consolas de videojuegos, uno de los dispositivos más populares de los últimos años, viven las vísperas de un cambio generacional que tendrá consecuencias sobre la tecnología y podría llegar incluso a alterar la estructura de los mercados, con una elevada concentración. Algo semejante está ocurriendo en otros segmentos afines: progresa la convergencia, y los costes de fabricación acaban por determinar las posiciones dominantes.

Lanzamiento de la nueva generación de consolas

La DS de Nintendo y la PSP de Sony en el segmento de portátiles inician la renovación del sector

Con la PSP, Sony llena el hueco de las portátiles, ya que hasta ahora había estado ausente de este mercado

Reportaje sobre videoconsolas.
La Vanguardia, Barcelona, 2005.

Mercedes
MERC-DES
Q W E R T Y U I O

Máquinas de escribir: femenino plural

En el tránsito del siglo XIX al XX un par de dispositivos tecnológicos propiciaron la incorporación de la mujer al trabajo fuera del ámbito doméstico: las centralitas telefónicas y las máquinas de escribir.

En una sociedad que reservaba al hombre un papel eminentemente activo, los teclados permitían un trabajo sedentario, pulcro y rutinario, un trabajo de 'cuello blanco', 'ideal' para el papel social entonces reservado a la mujer.

El trabajo de mecanografía ha sido un empleo de carácter femenino. Las razones son, en origen, fundamentalmente económicas; cuando, a finales del siglo XIX, comenzó a generalizarse el trabajo con máquinas de escribir, los sueldos ofertados eran tan bajos que no llamaron la atención de la mano de obra masculina. Quizás como una premonición del público al que debía destinarse su maquinaria, quizás sólo por su experiencia anterior en la fabricación de máquinas de coser,

Nuevo Mundo, Madrid, 1930.

las primeras *Sholes & Glidden Type Writer* comercializadas por *E. Remington and Sons*, estaban minuciosamente decoradas con composiciones florales.

La idea de formar a mujeres como mecanógrafas nació en Norteamérica; en 1881, la *Young Women's Christian Association* adquirió seis máquinas de escribir e inició un curso de mecanografía para mujeres; en 1886 eran ya 60.000 las que desempeñaban este trabajo en los Estados Unidos. Algunos fabricantes establecieron sus academias de mecanografía, la opción resultaba un magnífico modo de promocionar sus propias máquinas; el método fue, también, aplicado en España, el importador *Yost* contaba, en la madrileña calle del Barquillo, con un "Salón de enseñanza de Mecanografía, capaz para 500 alumnos diariamente" (*La Época*, 21-XI-1912).

El trabajo como mecanógrafa ha tenido un fuerte impacto en el desarrollo de los derechos de la mujer en el resto de las áreas laborales. El rol profesional femenino, hasta las últimas décadas del siglo XIX, quedaba relegado a un trabajo

Mecanógrafas.
Nuevo Mundo, Madrid, 1933.

subsidiario en las cadenas de producción, la atención al público en una tienda o el servicio doméstico; sólo las que tenían acceso a una educación superior, un número insignificante frente a la población masculina, veían mejorar sus perspectivas dedicándose a la enfermería o a la enseñanza. Los servicios de mecanografía permitieron a la mujer asumir un trabajo 'respetable' para el que no se requerían altos niveles de formación.

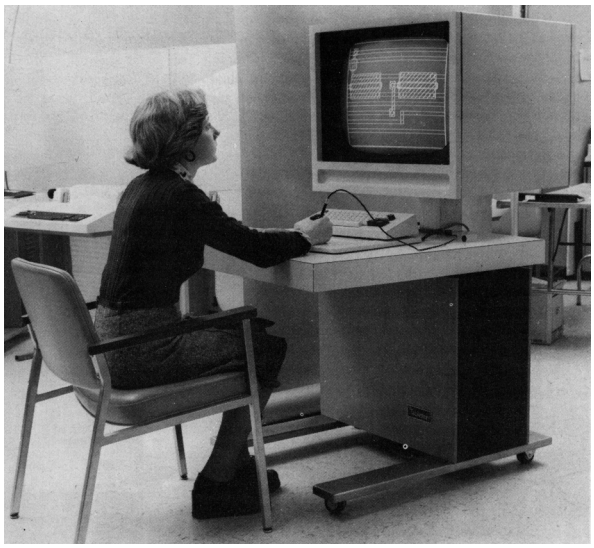
La carencia de mano de obra masculina propiciada por la masiva marcha de las tropas al frente, durante la Primera Guerra Mundial, consolidó la presencia femenina en la administración y la gestión. A los tradicionales papeles hasta entonces desarrollados por la mujer -básicamente asistenciales- se unió la labor en retaguardia en oficinas de reclutamiento, tareas burocráticas anejas a dependencias militares, etc.

La mayor parte de las mujeres que accedieron al trabajo de mecanografía procedían de una clase social media y del mundo urbano; el acceso era posible tras un periodo de formación breve, con carácter estrictamente profesional, adquirido inmediatamente después de la realización de los

Oficina de la Cruz Roja para la localización de heridos y prisioneros de guerra.
La Esfera, Madrid, 1915.

estudios elementales. Un rol social femenino tan limitado como el que se produce en buena parte de la primera mitad del siglo XX, arrinconaba la presencia de la mujer en los peldaños más bajos del escalafón profesional. La mecanógrafa es, quizá, la primera víctima del síndrome del 'techo de cristal', la limitación no visible, no consciente y -más o menos- no intencionada que sufre la proyección laboral de las mujeres.

La irrupción de la máquina de escribir en España se produjo en los comienzos del siglo XX; la prensa de la época recoge ya la necesidad de que el término 'mecanografía' fuera admitido como voz propia por el Diccionario de la Academia de la Lengua, hecho que ocurrirá en la edición de 1914. Para entonces la enseñanza de la mecanografía era una realidad plenamente consolidada en nuestro país: el primer auge de los manuales destinados a la enseñanza de esta habilidad se remontan a las décadas iniciales del siglo XX y, desde entonces, son habituales los anuncios en prensa ofertando cursos, academias, etc.



Mujer trabajando en el diseño de circuitos integrados.
Investigación y Ciencia, Barcelona, 1977.

Las primeras enseñanzas regladas de mecanografía surgen vinculadas a las Escuelas de Comercio, fundadas al amparo de las Sociedades Económicas de Amigos del País y otras asociaciones específicamente orientadas a la integración social femenina, como la Asociación para la enseñanza de la mujer.

En las últimas décadas del siglo XX la mujer ha ido ganando presencia en puestos de responsabilidad ejecutiva e intelectual; son muchas y complejas las condiciones sociales y culturales que han fomentado la igualdad de roles, pero no cabe duda que la máquina de escribir fue un magnífico trampolín de salida para que la mujer alcanzara la presencia, social y laboral, que le corresponde.

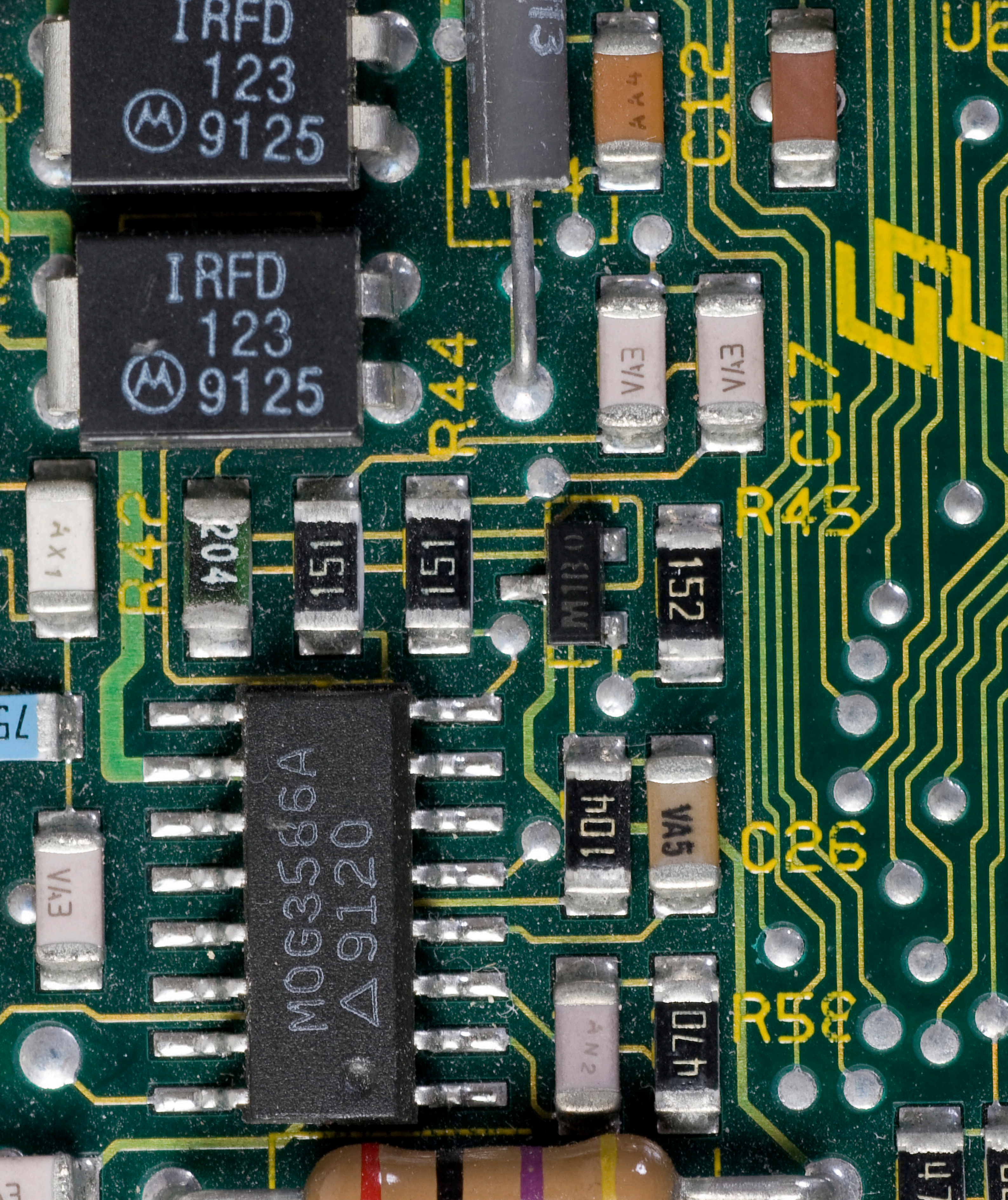
Asociación para la enseñanza de la mujer

Esta Sociedad, comprendiendo el gran desarrollo que ha tomado la escritura á máquina, y los bien recompesados que están los que además de dominarla, conocen la Taquigrafía y algo de idiomas, abre desde mañana una matrícula especial para el grupo de las cuatro asignaturas de Taquigrafía, Inglés, Francés, y Mecanografía, por las que abonarán 10 pesetas mensuales, en vez de las veinte establecidas. Las señoritas que aprueben esas cuatro asignaturas, obtendrán un certificado de Mecanógrafas, que las capacitará para emplearse en casas de banca y escritorios.

Horas de inscripción: De diez á una. San Mateo, 15.

***

Información sobre cursos de mecanografía para mujeres.
Gaceta de Instrucción Pública, Madrid, 1906.


IRFD
123
9125
IRFD
123
9125
MOG3566A
9120
R44
R42
R45
R58
C12
C17
C26
204
151
151
152
104
470
VA3
VA3
VA3
VA5

De mi teclado al mundo

El desarrollo de las redes informatizadas de telecomunicaciones ha conferido al teclado un papel protagonista en la sociedad de la información. Desde él podemos acceder a contenidos, ocio, realizar transacciones comerciales, etc.

El teclado, un desarrollo tecnológico del siglo XIX, ha evolucionado; conectado a un ordenador y a una red, se ha erigido en la puerta de entrada al universo digital del siglo XXI.

La popularización de Internet, a partir de la década de 1990, confirió al ordenador, y por ende al teclado, una proyección social y económica infinitamente superior a la que conoció la máquina de escribir a lo largo de los siglos XIX y XX.

A pesar del tiempo transcurrido, el teclado sigue conservando sus usos originales: con él continuamos escribiendo textos, pero ahora hemos incorporado nuevos hábitos de comunicación; cuando utilizamos un servicio de mensajería instantánea -por más que la grafía no sea ortodoxa- o enviamos un SMS, empleamos un teclado, más o menos modificado.

Preparativos para una *Campus Party.*
La Vanguardia, Barcelona, 2000.

El teclado ha asumido un nuevo rol en el proceso de la comunicación; en las máquinas de escribir el mecanógrafo actuaba como autor y emisor de una determinada información, en las redes informatizadas el teclado incorpora una doble función: permite la solicitud de información al sistema y a la vez actúa como elemento de proyección de las propias ideas ante la comunidad virtual.

Habitualmente limitado a la actividad comercial y profesional, el teclado -y su complemento, el ratón- permite al usuario la interacción con sistemas audiovisuales, favorecedores del ocio. Esto ha generado una auténtica explosión de las comunicaciones y no son extraños los encuentros masivos de internautas, en los que cientos -cuando no miles- de ordenadores, con sus respectivos teclados, muestran nuevos usos de la red.

Las redes informáticas -y los teclados, en la medida en que son nuestro elemento de interacción con ellas- están planteando

una revolución en los medios de comunicación de masas. El ocio informático, y el acceso casi universal a la información, se erige en un rival para los sistemas tradicionales de entretenimiento y comunicación.

El proceso de compactación de los dispositivos actuales ha limitado el espacio disponible para un teclado tradicional; no obstante, muchos de estos aparatos los incluyen -reales o virtuales- permitiendo al usuario interactuar con la máquina a través de un teclado tradicional.

Hoy es difícil concebir la actividad profesional, la vida cotidiana y el ocio sin una conexión a Internet; pero por mucho que las nuevas tecnologías faciliten la comunicación desde nuestra silla con el mundo, ésta no sería posible sin el principal sistema de interactuación con la red: el teclado QWERTY.

TAB
;
¿
p
´
:
ñ
^
M.R.
PAR.

Para saber más sobre la máquina de escribir

Libros y artículos

Dugald Mackillop. *Shorthand and typewriting. Illustrated. Sketch of shorthand history, learning the art, suggestions to the amanuensis, description of the various kinds of reporting; typewriting in all its details, and miscellaneous hints.* New York: [s.i.], 1891.

C. L. McCluer Stevens. "The evolution of the typewriter". *The Strand Magazine*, 13: 649-656. London, 1897.

Henri Dupont & Louis F. Canet. *Les Machines aù ècrire. Historique, avantages, descriptions et traitè complet de dactylographie ou art d'ècrire à la machine*. Paris: édition de la «Plume sténographique de France", 1901.

Emilio Budan. *Le macchine da scrivere dal 1714 al 1900. Loro storia e descrizione illustrata.* Milano: Stab. Tipo-litografico Tullio Guidi, 1902.

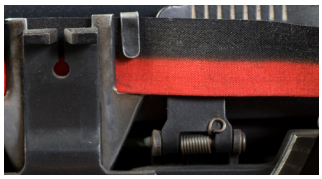
Georges Sénéchal. *Description des machines à écrire françaises depuis leur apparition jusqu'en 1870*. Paris: Institut sténographique de France, 1903.

Henri Dupont & Georges Sénéchal. *Les machines à écrire. Première partie, leur évolution.* Limoge/Paris: L.-F. Canet, 1906.

George Carl Mares. T*he history of the typewriter. Being an illustrated account of the origin, rise and development of the writing machine*. London: Guilbert Pitman, 1909. [Reimpreso en Arcadia [Calif.]: Post-Era Books, 1985].

Emilio Budan. *I precursori delle moderne macchine da scrivere (1713-1880)*. Venezia: Tip. F. Garzia, 1911

Charles E. Weller. *The early history of the typewriter*. La Porte [IN]: Chase & Shepard, 1918.



John Wright Vrooman (ed.). *The story of the typewriter, 1873-1923. Published in commemoration of the fiftieth anniversary of the invention of the writing machine by the Herkimer County Historical Society*. Herkimer [NY]: Press of A. H. Kellogg company, 1923.

[The International Office Equipment Magazine]. *The Typewriter: History & Encyclopedia*. New York: International Trade Journal of Office Equipment, 1924. [Re-editado, con una introducción de Victor M. Linoff, con el título *The Typewriter: An Illustrated History*. Mineola [N.Y.]: Dover Publications, 2000]

Arthur E. Morton. *Questions and answers on typewriting and office procedure: with sections on the history and development of the typewriter*. London: Sir I. Pitman & Sons, 1928.

George Tilghman Richards. *Handbook of the collection illustrating typewriters [Science Museum.] A brief outline of the history and development of the correspondence typewriter with reference to the national collection, and descriptions of the exhibits*. London: H.M. Stationery Office, 1938.

Rupert T. Gould. *The story of the typewriter.* London: Office Control and Management, 1948.

John Adam Zellers. *The typewriter. A short history, on its 75th anniversary 1873-1948*. New York: The Newcomen Society of England, American Branch, 1948.

John S. Coleman. *The business machine. With mention of William Seward Burroughs, Joseph Boyer, and others. Since 1880*. New York: The Newcomen Society in North America, 1949.

Rupert Thomas Gould [Dudley W. Hooper, ed.]. *The story of the typewriter from the eighteenth to the twentieth centuries.* London: Office Control and Management, 1949.

Bruce Bliven, Jr. *The Wonderful Writing Machine*. New York: Random House, 1954.

Richard N. Current. *The typewriter and the men who made it. [A history of the Sholes & Gidden]*. Urbana [IL]: The University of Illinois Press, 1954.

Giuseppe Aliprandi (ed). *Mostra celebrativa della invenzione della macchina*

per scrivere… centenario del brevetto di Giuseppe Ravizza, novembre 1955. [*Museo nazionale della scienza e della tecnica Leonardo da Vinci]*. Milano: Tip. Igiesse, 1955.

C. LeRoy Jones. *Typewriters unlimited. History of the typewriter*. Springfield [MO]: Rocky's Technical Publications, 1956.

Dario Morelli. *La storia della macchina per scrivere*. Brescia: La Scuola, 1956.

Giuseppe Aliprandi. *Dalle macchinae aritmeticae di Giovanni Poleni, 1709, alle macchine Olivetti di Ivrea, 1908-1958*. Padova: Tip. Antoniana, 1958.

Riccardo Musatti, Libero Bigiaretti & Giorgio Soavi (eds.). *Olivetti, 1908-1958*. Ivrea: Ing. C. Olivetti & c., 1958.

Arthur Toye Foulke. *Mr. Typewriter. A biography of Christopher Latham Sholes*. Boston: The Christopher Publishing House, [1961].

Bruno Caizzi. *Gli Olivetti. [Camillo e Adriano Olivetti]*. Torino: Unione Tipografico-Editrice Torinese Utet, 1962

Imperial Typewriter. *Catalogue of historical typewriters, in the collection of Imperial Typewriter Co. Ltd*. Leicester: Imperial Typewriter Co., 1963.

George Tilghman Richards [W.E. Church, ed.] *The history and development of typewriters. [A handbook of the national collection of typewriters in the science museum]*. London: Science Museum, 1964. [Reimpreso en London: Science Museum, 1975].

George Herrl. *The Carl P. Dietz Collection of Typewriters*. Milwaukee: Milwaukee Public Museum, 1965.

Martino Iuvara. *Storia della macchina per scrivere, dalle origini ai nostri giorni.* Ispica: La nuova Sicilia, 1967.

Robert Haulotte. *L'évolution des techniques mécanographiques*. Bruxelles: Ed. comptabilité et productivité, [*ca* 1967].

Michael H. Adler. *The Writing Machine: A History of The Typewriter*. London: George Allen & Unwin Ltd., 1973.

Wilfred A. Beeching. *A Century of the Typewriter.* London: William

Heinemann, Ltd., 1974. [Reimpreso en Bournemouth: British Typewriter Museum, 1990].

Nathan H. Shapira (ed.). *Design Process Olivetti 1908-1978. [November 8 to december 7, 1979. Gund Hall lobby, Harvard graduate school of design, Cambridge, Massachussets]*. Milano: Olivetti, 1979

Robert Walter Kunzmann. *Hundert Jahre Schreibmaschinen im Buro. Geschichte des maschinellen Schreibens*. Rinteln: Merkur, 1979.

Roger Laufer (ed.) *La machine à écrire hier et demain [Colloque organisé par l'Institut d'étude du livre, Sèvres, 1980]*. Paris: Solin, 1982.

Margery W. Davies. *Woman's place is at the typewriter: office work and office workers, 1870-1930*. Philadelphia: Temple University, 1982

Giovanni Giudici & Renzo Zozzi. *Design process Olivetti 1908-1983 [Volume pubblicato per il 75. anniversario della Olivetti]*. Milano: Olivetti, 1983

Frank T. Masi (ed.). *The Typewriter legend*. Secaucus, [N.J.]: Matsushita Electric Corp. of America, 1985.

Frank J. Romano. *Machine writing and typesetting. The story of Scholes and Mergenthaler and the invention of the typewriter and the linotype*. Salem [NH]: GAMA, 1986.

Paul Lippman. *American typewriters. A collector's encyclopedia*. Hoboken: Original & Copy, 1991.

Daniel Roger Post. *Collector's guide to antique typewriters*. Arcadia [Calif.]: Post-Era Books, 1981.

Sharon Hartman Strom. *Beyond the typewriter. Gender, class, and the origins of modern American office work, 1900-1930*. Urbana [ILL]: University of Illinois Press, 1992.

Jean-Luc Balle & Jacques Goffin [con la colaboración de Georges Verbeiren]. *Un siècle de machines de bureau, 1873-1973. Les machines de bureau du Musée de l'imprimerie [Bibliothèque royale Albert 1er. Bruxelles, exposition du 2 juillet au 21 août 1993. Catalogue]*. Bruxelles: Bibliothèque royale Albert 1er, 1993.

Duncan S. James. *Old typewriters [Shire album, 293]*. Princes Risborough: Shire, 1993.

Rodney Dale & Rebecca Weaver. *Machines in the office*. London: British Library, 1993.

Leonhard Dingwerth. *Bibliografie zur Geschichte der Schreibsmaschine / Bibliography: history of the typewriter*. Eichendorfer: Verlag Dingwerth, 1993. 2 vols.

Leonhard Dingwerth. *Historische Schreibmaschinen. Faszination der alten Technik*. Eichendorfer: Verlag Dingwerth, 1993.

Monique Peyrière (dir.). *Machines à écrire: des claviers et des puces, la traversée du siècle*. Paris: Autrement, DL 1994.

Giovanni de Witt. *Dalla meccanica all'elettronica: cronaca di una mutazione genetica. [Archivo storico sel gruppo Olivetti / Fondazione Adriano Olivetti, 4]*. [Roma]: Fondazione Adriano Olivetti, [1997].

Michael Adler. *Antique typewriters: from Creed to QWERTY*. Atglen [Pa]: Schiffer Publishing, 1997.

Delphine Gardey. "The standardization of a technical practice: typing (1883-1930)". *History and technology*, 15(4): 313-343. Mansell, 1999.

Torbjörn Lundmark. *Quirky qwerty. The story of the keyboard @ your fingertips*. Sydney [NSW]: UNSW Press, 2002.

Stan J. Liebowitz & Stephen E. Margolis [Peter Lewin, ed.]. *The economics of QWERTY: history, theory and policy*. Basingstoke: Palgrave, 2002.

Thomas A. Russo. *Mechanical typewriters: their history, value, and legacy*. Atglen [PA]: Schiffer Publishing, 2002.

Robert Blickensderfer & Paul Robert. *The Five-Pound Secretary. An illustrated history of the Blickensderfer Typewriter*. The Virtual Tipewritter Museum, 2003.

Leah Price & Pamela Thurschwell (eds.). *Literary secretaries / secretarial culture*. Aldershot / Burlington, VT: Ashgate Pub., 2005.

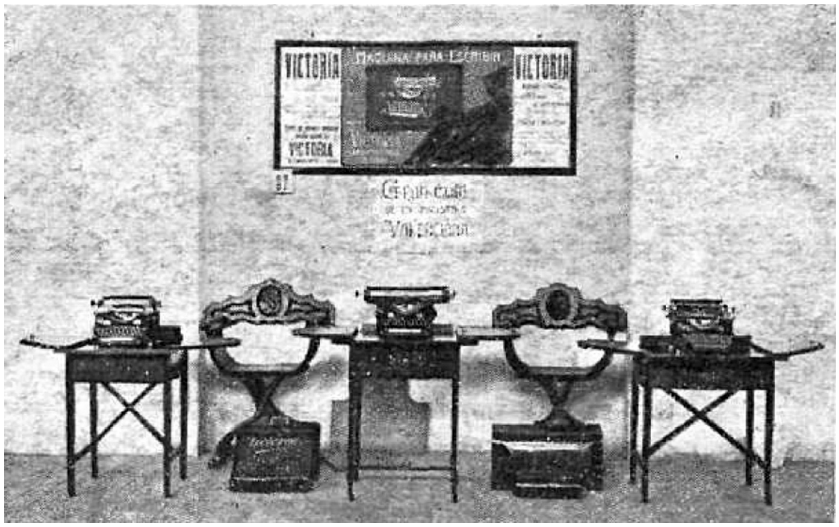
Paul Robert. *The Typewriter Sketchbook*. Merrisville, [N.C.]: Lulu.com, 2007

Arcadi Calzada i Salavedra, Pere Padrosa Puignau, Marius Carol &

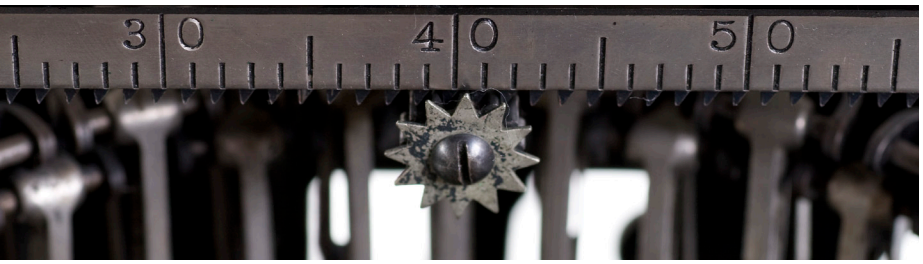
Juan Jesús Aznar. *La màquina d'escriure. Eina de treball i peça de museu*. [Girona]: Fundació Caixa Girona, 2007.

Darren S. Wershle-Henry. *The iron whim: a fragmented history of typewriting*. Ithaca, [N.Y.]: Cornell University Press, 2007.

Henrique Alvarellos Casas. "As vellas máquinas de escribir: colección de Enrique Alvarellos". *Lucensia*, 18(36): 165-171. Lugo, 2008.



Pabellón de las máquinas de escribir *Victoria* en la Feria de Muestras de Valencia. *La Esfera*, Madrid, 1919.



Publicaciones periódicas

Leertaste [*Informationen für Sammler historischer Schreib- und Rechenmaschinen*]. Dissen am Teutoburger Wald: Fritz Niemann, 1980-1987.

The typewriter exchange: for the enthusiast Remington Caligraph, Hammond & other typewriting machines. [*Newsletter for the writing machine collector*] Arcadia, [CA]: Dan Post, 1981-

HBw. Historische Bürowelt [*Schreibmaschinen- und Bureau-Zeitung*]. Oststeinbek: Internationales Forum Historische Burowelt, 1982-

HBw-Aktuell. [*Aktueller Informationsdienst für Mitglieder des I.F.H.B. - Internationales Forum Historische Bürowelt* e.V. / Supplemento de *Historische Bürowelt*.] Köln: Internationales Forum Historische Bürowelt, 1984-

Tauschtaste [*Monatliches Infoblatt fur Buromaschinensammler*]. Dissen am Teutoburger Wald: Fritz Niemann, 1985-1987.

Type-writer times. Journal of the Typewriter Collectors'Society [*Journal of the Anglo-American Typewriter Collectors'Society*]. [Inglaterra]: Typewriter Collectors'Society [Anglo-American Typewriter Collectors' Society], 1985-1991. [Continúa en *The Type Writer*]

ETCetera. Magazine of the Early Typewriter Collectors Association. Los Angeles [CA]: Early Typewriter Collectors Association, 1987-

Typenkorb [*Monatliches Info-Blatt für Büromaschinen-Sammler*]. Rheda-Wiedenbrück: Peter Muckermann, 1988-1994 [Continúa en *Typenkorb & Typenhebel*].

The Type Writer. Journal of writing machine history and technology. Hoboken [N.Y.]: Paul and Barbara Lippman, 1991-1993 [Es continuación de *Type-writer times*].

Arts mécaniques. Bulletin de la Association nationale des collectionneurs de machines à écrire et à calculer mécaniques. Rochecorbon: ANCMECA, 1993-

Typenkorb & Typenhebel. Rheda-Wiedenbrck: Peter Muckermann, 1994-1997. [Es continuación de *Typenkorb*].

L'ufficio d'epoca. [Italia]: Associazione italiana collezionisti macchine per scrivere, calcolo e da ufficio d'epoca, 1994-

Contact. Bulletin de l'Association nationale des collectionneurs de machines à écrire et à calculer mécaniques. Rochecorbon: ANCMECA, 2002-

The Virtual Typewriter Journal [s.l.]: The Virtual Typewriter Museum, [http://www.typewritermuseum.org/_ills-library/_ills/VTJournal1-april2004-web.pdf], 2004-

Congreso de mecanografía.
La Ilustración Artística, Madrid, 1907.

Páginas web

Antique Typewriters. The Martin Howard Collection:
http://www.antiquetypewriters.com/index.htm

Associazione Italiana Collezionisti Macchine per Scrivere, Calcolo e da Ufficio d'Epoca: http://www.typewriter.net

The Classic Typewriter Page.
http://site.xavier.edu/POLT/TYPEWRITERS/

Collezione Mario Pedrali. Museo San Fedele:
http://www.collezionipedrali.it/

Early Office Museum: http://www.officemuseum.com

IFHB. Internationales Forum Historische Bürowelt e.V.:
http://www.ifhb.de/

The International Rasmus Malling-Hansen Society:
http://www.malling-hansen.org

Lady Typewriter: http://www.ladytypewriter.co.uk

Museu de la Tècnica de l'Empordà. http:// www.mte.cat

The QWERTY connection:
http://home.earthlink.net/~dcrehr/index.html

Peter Mitterhofer Tipewrittermuseum:
http://www.typewritermuseum.com

SLK Typewriter Museum: http://typewriter.slk.fi

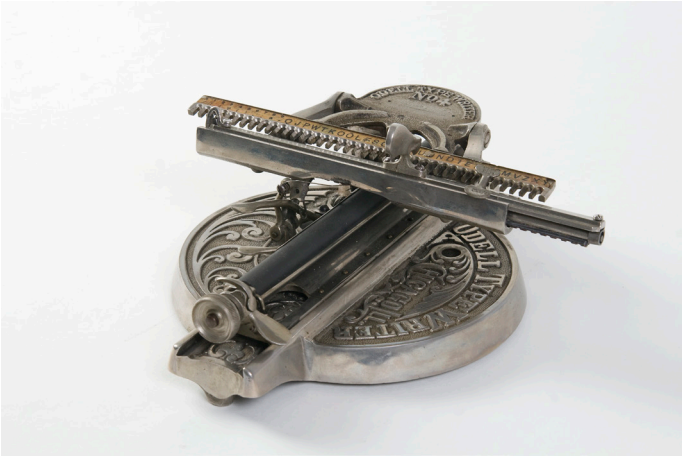
The Virtual Tipewritter Museum:
http://www.typewritermuseum.org/index.html

Catálogo de piezas

1 Máquina de escribir portátil, *Olivetti*, *Studio 46*.
c. 1975. 36 x 36 x 14 cm
MUNCYT 2003-018-0201

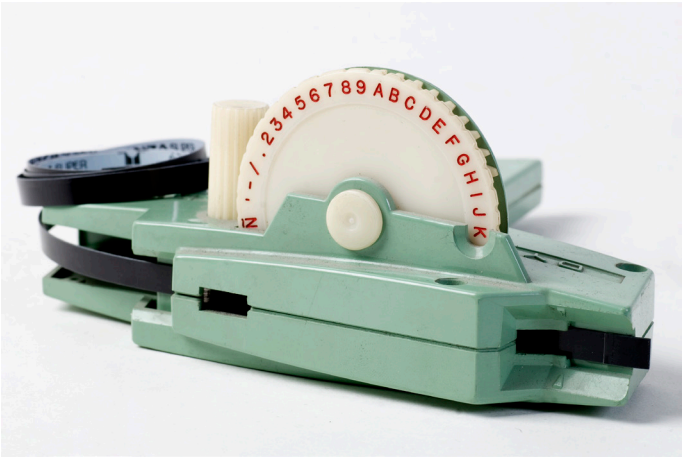
2 Chibalete, fabricación artesanal.
c. 1980. 50 x 74 x 6 cm
MUNCYT 2003-018-0175

3 Máquina de escribir de índice. *Allgemeinen Elektrizitaets-Gesellschaft* [AEG], *Mignon* [4].
1923. 36 x 36 x 14 cm
MUNCYT 1984-001-0019



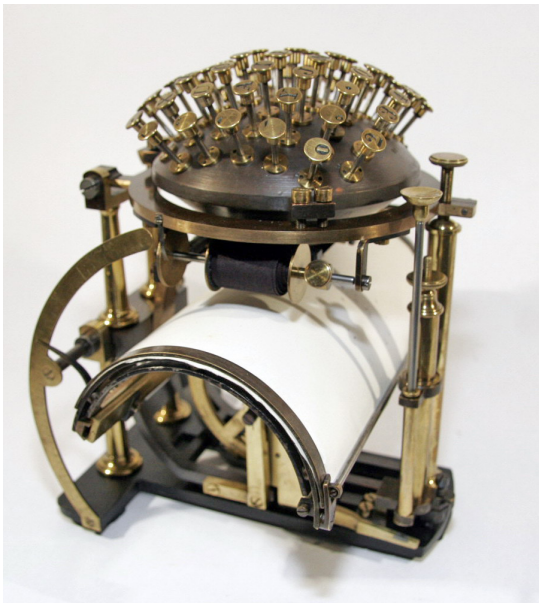
4 Máquina de escribir de índice,
Odell Type Writer, Nº 4. 1904. 30 x 23 x 13,5 cm
MUNCYT 1984-001-0045

5 Máquina de escribir tipo índice, *The Globe Typewriter*. *c*. 1900. 20 x 31 x 12 cm
MUNCYT 1984-001-0050



6 Máquina de rotular, *Dymo Labelmaker, M4*.
c. 1970. 20 x 10 x 15 cm
Colección particular

7 Estenotipia, *Sténophile Bivort*.
c. 1900. 18 x 23 x 17 cm
MUNCYT 2003-018-0101



8 Esfera de escribir, *Jürgens Mekaniske Etablissement, Malling-Hansen / 93*.
1864. 22 x 25 x 25 cm.
Museu de la Tècnica de l'Empordà
01-143

9 Máquina de escribir, *Sholes & Glidden.*
c. 1874. 46 x 55 x 103 cm
Museu de la Tècnica
de l'Empordà
01-142

10 Máquina de escribir, *Remington Typewriter Company, nº* 7. *c*. 1896. 40 x 44 x 30 cm
MUNCYT 1984-001-0031

11 Máquina de escribir, *Chicago Writing Machine Company.* 1899. 28 x 36 x 15 cm
MUNCYT 1984-001-0022

12 Máquina eléctrica con cabezal de bola, *IBM*.
c. 1970. 70 x 42 x 17 cm
Colección particular.

13 Máquina de escribir, *Hammond, Multiplex.*
c. 1915. 34 x 43 x 19 cm
MUNCYT 1984-001-0038

14 Máquina de escribir, *Densmore Typewriter Company, Densmore 5*. 1907. 45 x 45 x 30 cm
MUNCYT 1983-002-0007

15 Máquina de escribir con doble teclado, *Smith Premier Typewriter Company, Smith Premier, nº 4.* *c.* 1903. 37 x 37 x 28 cm
MUNCYT 1984-001-0035

16 Máquina de escribir, *Imperial Typewriter Company. c*. 1920. 29 x 40 x 21 cm
MUNCYT 1984-001-0015

17 Máquina de escribir, *Pittsburg Writing Machine Company, Pittsburg visible*.
1898. 40 x 36 x 21 cm
MUNCYT 1984-001-0006

18 Máquina de escribir, *Underwood Typewriter Company, Underwood, nº 5*.
1901. 31 x 42 x 25 cm
MUNCYT 1984-001-0036

19 Máquina de escribir, *Columbia Typewriter Company, Royal Barlok. c*. 1904. 38 x 34 x 26 cm
MUNCYT 1984-001-0037

20 Máquina de escribir portátil, *Corona Typewriter Company. c*. 1910. 23 x 28 x 17 cm
MUNCYT 1984-001-0018

21 Máquina de escribir portátil, *Olivetti, ICO. c*. 1950. 35 x 32 x 15 cm
MUNCYT 1984-001-0009

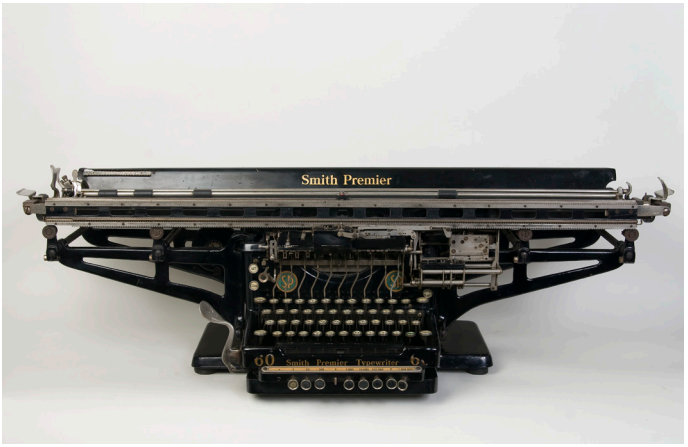
22 Máquina de escribir con motor eléctrico,
Buromaschinen Werke A.G., Mercedes [*Elektra*].
1930. 44 x 69 x 28 cm
MUNCYT 1986-008-0007
Donación Instituto Nacional de Industria

23 Máquina de escribir eléctrica, *IBM, Executive.*
1971. 50 x 58 x 28 cm
MUNCYT 1986-008-0005

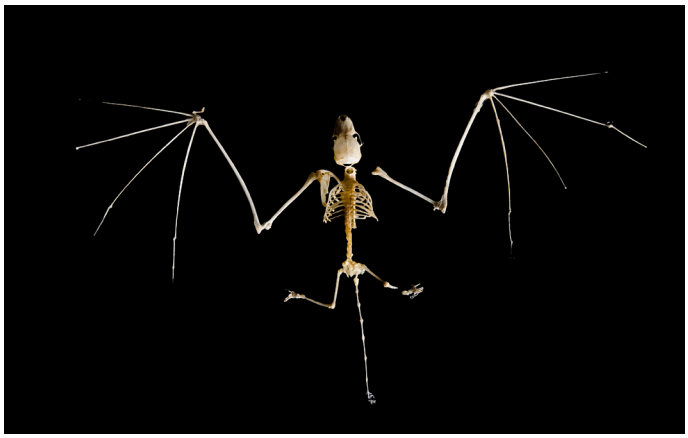
24 Pata de oveja
[*Ovis aries*
(Linnaeus, 1758)].
9 x 12 x 32 cm
Museo de Anatomía
Comparada de Vertebrados,
UCM 3.8.23.104.007.001.016

25 Máquina de escribir, *Industrial Valenciana Victoria*. *c*. 1920. 34 x 40 x 24 cm
MUNCYT 1984-001-0047

26 Pata de jirafa [*Giraffa camelopardalis* (Linnaeus, 1758)]. 190 x 25 x 25 cm
Museo de Anatomía Comparada de Vertebrados, UCM 3-8-23-100-001-001-004



27 Máquina de escribir, *Smith Premier Typewriter Company, Smith Premier 60.*
c. 1925. 34 x 92 x 34 cm
MUNCYT 1983-002-0021



28 Esqueleto de murciélago [*Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774)]. 15 x 15 x 7 cm
Museo de Anatomía Comparada de Vertebrados, UCM 3-8-13-049-003-002-001

29 Máquina de escribir, *Dactile Manufacturing Company.* 1893. 20 x 34 x 13 cm
MUNCYT 1986-006-1375

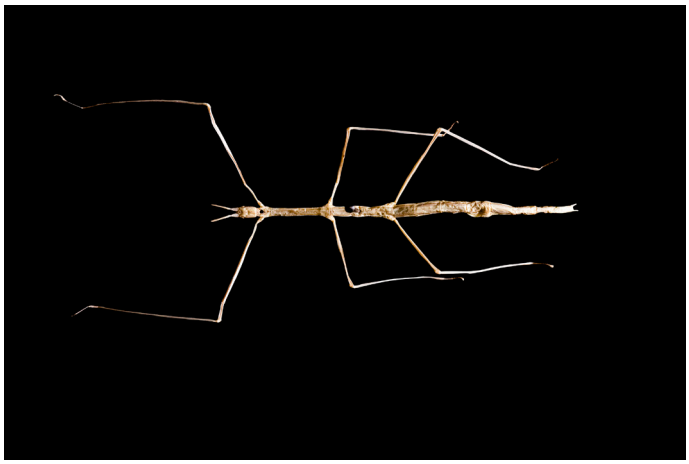
30 Máquina de escribir, *Olivetti, M40.*
c. 1930. 37 x 38 x 25 cm
MUNCYT 1984-001-0060

31 Máquina de escribir, *Hispano-Olivetti, M40.*
c. 1950. 37 x 38 x 25 cm
MUNCYT 1986-002-0001

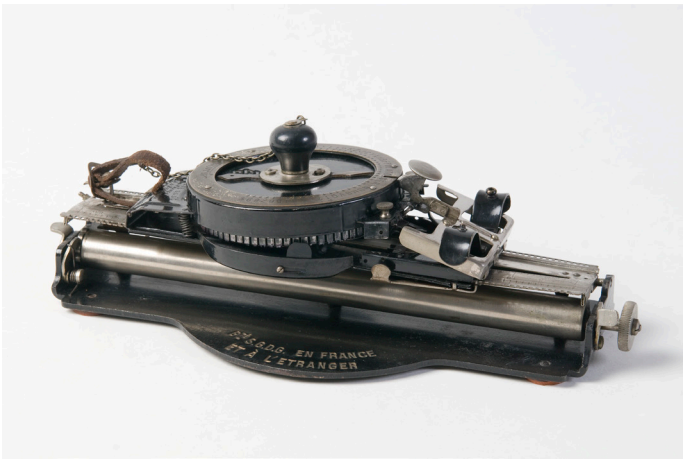
32 Máquina de escribir, *Yost, 4.*
c. 1920. 32 x 42 x 24 cm
MUNCYT 1984-001-0041

33 Mandíbulas superior e inferior y cráneo de pez martillo [*Sphyrna zygeaena* (Linnaeus, 1758)].
75 x 37 x 53 cm
Museo de Anatomía Comparada de Vertebrados, UCM 3.3.04.018.004.002.003

34 Máquina de escribir, *Underwood Typewriter Company, Underwood Standard*.
c. 1920. 31 x 70 x 25 cm
MUNCYT 1983-002-0004



35 Insecto palo [*Ctenomorpha chronus* (Gray, 1833)]. 5 x 10 x 5 cm
Colección de Entomología, UCM 3-VII-1986.

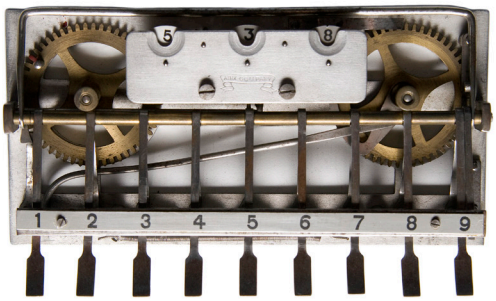


36 Máquina de escribir tipo índice, *Machines à ecrire Virotyp.*
1914. 28 x 15 x 11 cm
MUNCYT 1984-001-0044

37 Cráneo de delfín listado [*Stenella caeruleo alba* (Meyen, 1883)]. 40 x 20 x 18 cm
Museo de Anatomía Comparada de Vertebrados, UCM 3.8.18.082.003.001.004

38 Máquina de cifrado, *Enigma*, modelo A1241. c. 1934. 28 x 30 x 40 cm
Centro Nacional de Inteligencia MO5V003191

39 Aritmómetro, *Thomas de Colmar.*
c. 1870. 47 x 37 x 10 cm
MUNCYT 1995-022-0027
Depósito del Instituto Geográfico Nacional



40 Sumadora, *ADIX Company.*
c. 1910. 15 x 9 x 2 cm
MUNCYT 1986-006-1385

41 Máquina de calcular, *Broviga Hender*. Patente 17052. *c*. 1905. 47 x 28 x 20 cm
MUNCYT 1983-002-0051
Donación del Ayuntamiento de Madrid

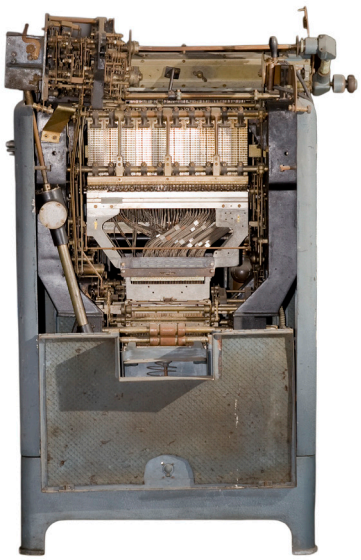
42 Máquina de escribir, *Bing Werke, ORGA.* *c*. 1930. 37 x 52 x 28 cm
MUNCYT 1983-002-0013
Donación del Ayuntamiento de Madrid

43 Máquina de calcular, *NCR*, modelo 32.
c. 1960. 100 x 75 x 100 cm
MUNCYT 1995-020-0013
Donación del Instituto Torroja, CSIC

44 Sumadora, *Olivetti*.
c. 1970. 31 x 20 x 15 cm
MUNCYT 1990-004-0009
Donación del Museo del Prado

45 Calculadora, *Olivetti, Logos 245*.
c. 1980. 33 x 45 x 13 cm
MUNCYT 1990-004-0008
Donación del Museo del Prado

46 Calculadora de bolsillo, *Nixdorf Computer, LK3000. c*. 1975. 15 x 10 x 4 cm
MUNCYT 1997-009-0031
Donación de *Siemens -Nixdorf*

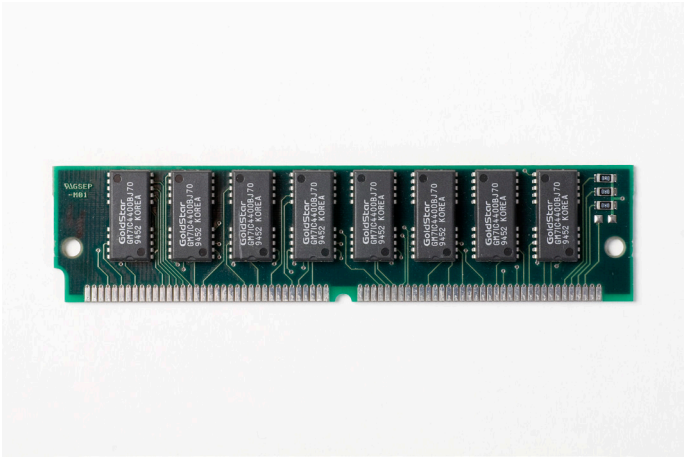


47 Ordenador de tarjetas perforadas, *Remington Rand*. 1952. 80 x 75 x 133 cm
MUNCYT 1985-003-0003.001
Donación del Instituto Social de las Fuerzas Armadas

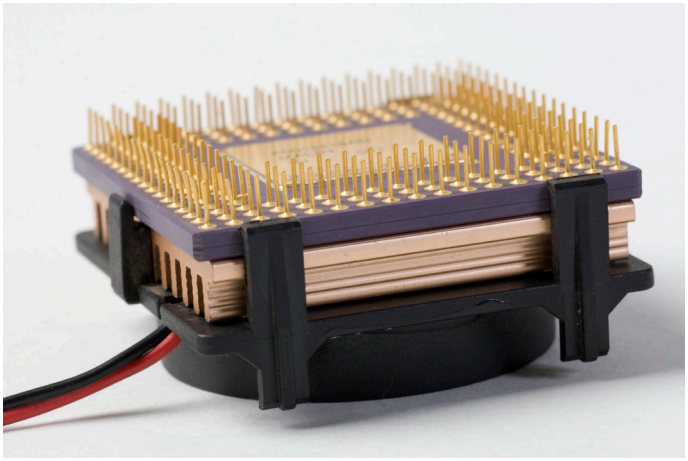
48 Ordenador de teclado, *Hewlet - Packard, HP 86. c*. 1977. 43 x 50 x 35 cm
MUNCYT 1995- 031- 0937
Depósito de la Facultad de Ciencias Físicas, UCM

49a Válvula de vacío, *General Electric, KT 88.*
c. 1950. 20 x 25 x 5 cm
MUNCYT 2002-014-0001
Donación de Germán González Díaz

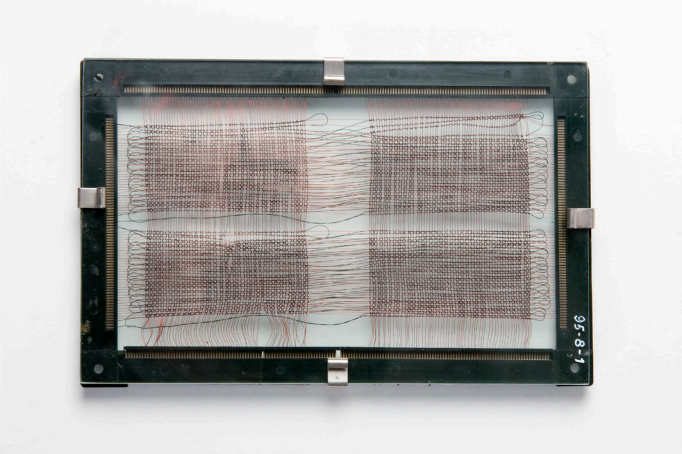
49b Transitores, *General Electric.*
c. 1970. 30 x 20 x 5 cm
MUNCYT
2000-01-0239/ 254
Donación de Germán González Díaz



49c Circuitos integrados, Memoria *Goldstar*.
c. 1990. 12 x 3 x 1 cm
MUNCYT 2006-012-0022
Donación de José Manuel Gallego



49d Microprocesador *80486, Texas Instruments.*
c. 1990. 10 x 5 x 6 cm
MUNCYT 2000-001-0001
Donación *Sociologic*, S.L.



50a Memoria de anillos de ferrita, fabricación artesanal. *c*. 1950. 15 x 10 x 1 cm
MUNCYT 1995-008-0001
Donación de Miguel Jiménez Yanguas

50b Cinta magnética de datos
c. 1970. 23 x 23 x 3 cm
MUNCYT 2010-002-0001
Donación de Francisco Piqueras

50c Cinta magnética de datos de distribución comercial, *Investrónica, Base de Datos Spectrum 48 K.*
c. 1980. 11 x 7 x 1,5 cm
MUNCYT 1994-030-0008
Donación de Juan Zozaya Stabel-Hansen

50d Disco duro, *IBM*.
c. 1970. 53 x 40 x 17 cm
MUNCYT 1998-011-0001
Donación de Servicios Informáticos Empresariales

50e Disco duro, *Conner, CF3000.*
c. 1995. 14,5 x 10 x 2,5 cm
MUNCYT 2000-001-0005
Donación de Sociologic, S.L.

50f Disco flexible 8 pulgadas, *IBM*, *Diskette.*
c. 1970. 20 x 20 x 1 cm
MUNCYT 2007-027-0003
Donación de Jorge Antonio Vázquez Parra

50g Disco flexible 5,25 pulgadas,
Xerox, Data Disc. c. 1980. 15 x 15 x 1 cm
MUNCYT 2001-041-0001
Donación de Angel Turiño Pérez

50h Disco 3,5 pulgadas, *Ashton Tate, DBase IV.*
1988. 20 x 10 x 3 cm
MUNCYT 2003-018-0112

50i Memoria, *Imation 2 Gb.*
c. 2007. 4,5 x 1,5 x 0,5 cm
Colección particular

51 Réplica de modelos anatómicos de encéfalos de vertebrados. *Cultura,* Madrid.
c. 1970. 60 x 30 x 20 cm
Museo de Anatomía Comparada de Vertebrados, UCM 3.0.00.000.000.000.001

52 Mando de control, consola *SEGA,*
Sega Driver Central Pad. c. 1995. 8 x 18 x 4 cm
MUNCYT 2009-004-0004.3
Donación de Cristina García-Mediavilla

Agradecimientos

Esta exposición, como tantas empresas humanas, ha sido posible gracias a la generosa y desinteresada colaboración de muchas personas que han accedido a compartir con nosotros su tiempo y conocimiento.

Ángeles Vázquez, Mariano Padilla y Raimundo Outerelo nos ayudaron en la selección de ejemplares de las colecciones de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid.

Juan Jesús Aznar del Águila, director del Museu de la Tècnica de l'Empordà nos prestó piezas, simbólicas e imprescidibles, para entender el origen de la máquina de escribir. Nuestro especial agradecimiento a la Fundació Pere Padrosa Puignau y Margarita Pierre Mallol porque con su labor de conservación del patrimonio ha hecho posible que estas máquinas llegaran a nuestros días.

Las gestiones de Elena Sánchez Blanco y Nieves Bregante Otero han hecho posible que una de las máquinas *Enigma,* perteneciente al Centro Nacional de Inteligencia, pueda mostrarse al público.

Las imágenes que ilustran este catálogo se publican gracias a la generosa colaboración de: José Ángel Ezcurra, director y fundador de la revista *Triunfo;* Manuela Ortega de Ediciones Pléyades, María Jesús Berzal Tejero y Fernando Hernández Izquierdo, de la Oficina Española de Patentes y Marcas (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo), Raquel Pérez Serrano de *Olivetti España,* Patricia González-Posada del Archivo Histórico del Partido Comunista de España, Norberto Gallego, Daniel A. Silva de *The Hispanic Society of New York,* José Femenía de *Alcatel-Lucent España*, Susana Rojo de *HP España, Sony Entertaiment España,* María Victoria Romero Sanz, de la Universidad Complutense de Madrid y Amparo Beguer Miquel de la Biblioteca Nacional de España.

A todos ellos nuestro agradecimiento.

Créditos fotográficos

Archivo Histórico del Partido Comunista de España, Universidad Complutense de Madrid: 42.

Biblioteca Nacional de España: 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 32, 33, 40, 41, 43, 45, 52, 53, 58, 64, 74, 75, 76, 77, 88 y 90.

Bundesarchive: 49

Francisco de Asís Alcalá Zamora: 4, 8, 12, 16, 30, 34, 38, 44, 50, 62, 68, 72, 78, 82, 89, 91, 95, 96, 97, 98 y 100 a 126.

The Hispanic Society of America: 53

Investigación y Ciencia: 67, 70 y 77.

Luis Carré: 56.

Museu de la Tècnica de l'Empordà: 98 y 99.

Oficina Española de Patentes y Marcas, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio: 48.

Real Sociedad Española de Historia Natural: 10 y 11.

Sony Entertaiment España: 71.

Triunfo: 58 y 59.

La Vanguardia: 25, 53, 55, 60, 61, 65, 66 y 80.

Este libro acabó de imprimirse
el día 24 de enero de 2010,
coincidiendo con el 171
aniversario de la elección de
Charles R. Darwin como miembro
de la Royal Society.

GOBIERNO
DE ESPAÑA
MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

FECYT
FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

MUNCYT
MUSEO NACIONAL DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA